
VIELFALT DER INFORMATIK
EIN BEITRAG ZU
SELBSTVERSTÄNDNIS
UND AUSSENWIRKUNG
ANJA ZEISING, CLAUDE DRAUDE, HEIDI SCHELHOWE,
SUSANNE MAASS
inform attraktiv

VIELFALT
DER
INFORMATIK

Vielfalt der Informatik: Ein Beitrag zu Selbstverständnis und Außenwirkung

Herausgeberinnen:
Anja Zeising, Claude Draude, Heidi Schelhowe, Susanne Maaß

Erste Auflage, 2014
Bremen, Deutschland

Gestaltung:
Maria Camila Lombana / macalom.com

Dieses Buch ist im Rahmen des Forschungsprojektes „InformAttraktiv — Informatik-Professorinnen für Innovation und Profilbildung. Eine Informatik, die für Frauen und Mädchen attraktiv ist" (Förderkennzeichen 01FP1040_1041) an der Universität Bremen entstanden.

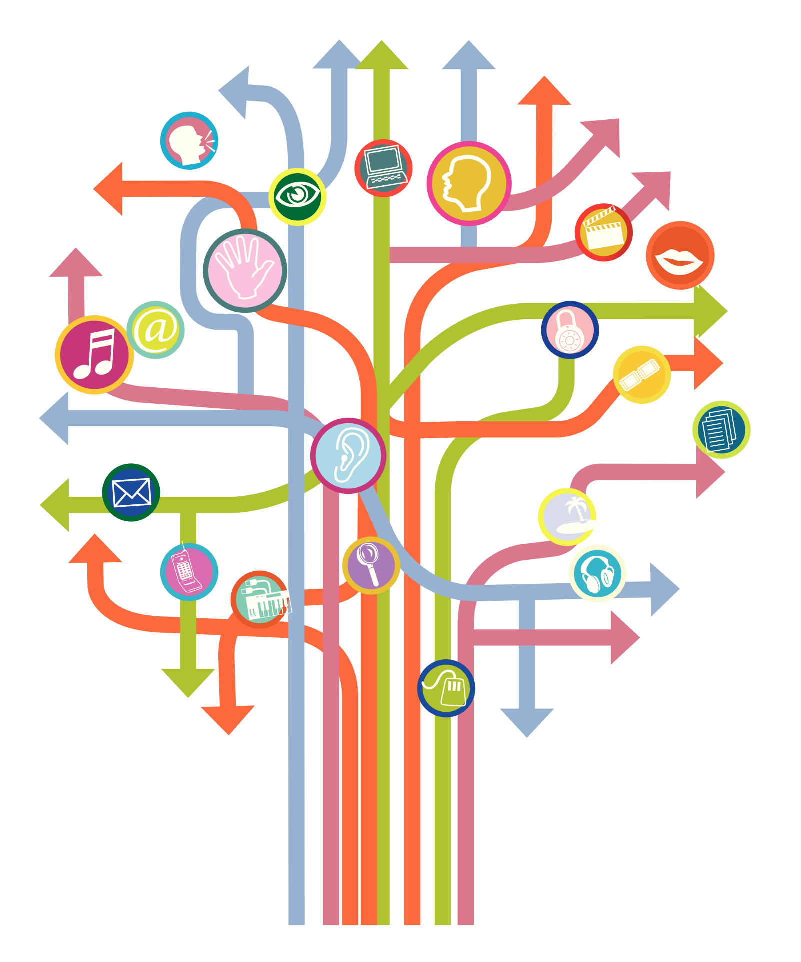
Das zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und des Europäischen Sozialfonds der Europäischen Union unter den Förderkennzeichen 01FP1040 und 01FP1041 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor/-innen.

GEFÖRDERT VOM









Grafik von Michael Lund

Inhalt

3. Bilder einer vielfältigen Informatik

Stefanie Gerdes, Thorsten Kluß, Kamila Wajda, Carolin Zschippig

4. GERD – Ein Vorgehensmodell zur Integration von Gender/ Diversity in die Informatik

Claude Draude, Susanne Maaß, Kamila Wajda

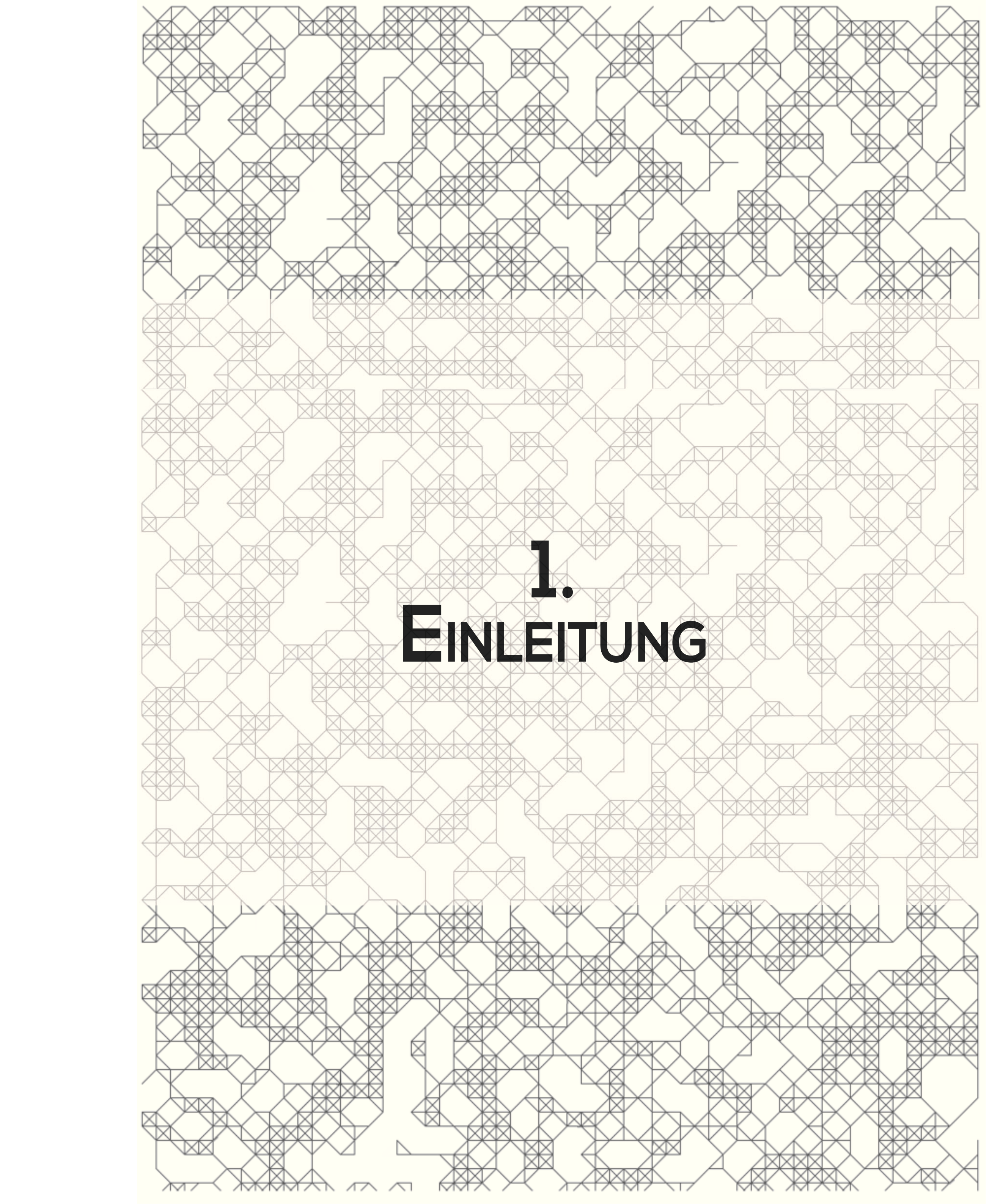
Grusswort

Claude Draude, Anja Zeising

Im Forschungsprojekt *InformAttraktiv*, welches ausschlaggebend für dieses Buch war, stellten wir uns die Frage in welcher Welt wir künftig leben wollen. Unsere Welt wird maßgeblich durch die Informatik mitgestaltet. Die Allgegenwart informatischer Produkte ist fast schon ein Gemeinplatz. Kaum ein Alltagsbereich oder eine Profession kommen ohne sie aus. Die Informatik prägt unsere Informations- und Kommunikationsweisen, sie verändert den Gesundheitsbereich und sie bestimmt unser Mobilitätsverhalten, um nur einige Beispiele zu nennen. Wie lassen sich also Zukunftsvisionen in Anbetracht gegenwärtiger technologischer Entwicklungen vielfältiger gestalten? Wir laden Sie, liebe Leserinnen und Leser, herzlich dazu ein, uns auf unserem Pfad zur Annäherung an diese Frage ein Stück zu begleiten.

Wie alle Wissensgebiete hat auch die Informatik eine bestimmte Geschichte, eine, die in Deutschland stark der Ingenieurskultur verhaftet ist und so historisch bestimmte Sichtweisen und Herangehensweisen begünstigte. Mit diesem Band wollen wir einer Neupositionierung der Disziplin nachgehen und fragen, wie sich eine zeitgemäße Informatik in ihren Themen, durch ihre Akteurinnen und Akteuren und ihrem Selbstbild auf- und darstellt. In einer Bestandsaufnahme des Fachs zeigen wir, dass technologische Entwicklungen nicht nur von sozialen Themen geprägt sind, sondern sich von diesen vielmehr nicht trennen lassen. Dieses Buch spiegelt das Besondere des Projekts *InformAttraktiv* wieder, nämlich die der Disziplin Informatik inhärenten gesellschaftlichen Anteile herauszuarbeiten – und dies nicht durch einen Blick von außen zu tun, sondern aus dem Fach selbst heraus. Wir wünschen Ihnen beim Lesen viel Freude. Wir hoffen, unser Buch macht Ihnen Lust auf Veränderung und regt an zu diskutieren, zu schmunzeln und zu visionieren.

Bremen, 18. September. 2014



1. Einleitung

1. Einleitung

Anja Zeising, Claude Draude, Heidi Schelhowe, Susanne Maaß

In ihrer noch recht jungen Geschichte zeigt die Informatik als Wissenschaftsdisziplin eine ausgesprochen dynamische Entwicklung. Das Artefakt Computer, auf das sie sich bezieht – aber auch die theoretischen Grundlagen –, haben sich in vieler Hinsicht gewandelt. Entstanden aus der Mathematik und dem Ingenieurwesen ist die Informatik heute mit diversen Disziplinen verbunden, was sich nicht zuletzt in der Gründung sogenannter „Bindestrich-Informatiken" (Wirtschafts-, Medien-, Medizin-, Sportinformatik usw.) ausdrückt. Der Computer erscheint in der Arbeits- und insbesondere auch in der Alltagswelt immer weniger als der Rechenautomat aus der Anfangszeit. Er hat sich zum Werkzeug und heute ganz überwiegend zum Medium gewandelt und die Rechenmaschine ist im Umgang kaum mehr sichtbar.

In der Wissenschaftspraxis vollziehen sich solche paradigmatischen Änderungen implizit. Nur selten finden sie ihren Niederschlag auch in Theoriediskussionen. Beispiele dafür gibt es in der Informatik allerdings schon: Ende der 1980er-Jahre und in den 1990er-Jahren wurde die wissenschaftliche Entwicklung international als Diskurs um das Curriculum von *Computer Science* bzw. *Computing Science* geführt, als Kontroverse um eine mathematische oder doch eher ingenieurwissenschaftliche Ausbildung (Dijkstra 1989; Denning 1989). Aber auch auf wissenschaftstheoretisch-epistemologischer Ebene und in der Reflexion über die Grundlagen der Informatik wurde sowohl im deutschsprachigen als auch im internationalen Raum nach (neuen) Antworten gesucht (Coy et al. 1992; Winograd 1997; Wegner 1997). Heute drücken sich die Veränderungen insbesondere in Debatten um die Neustrukturierung von Forschungsprofilen an einzelnen Standorten wie auch von Informatik-Curricula aus.

In der öffentlichen Wahrnehmung dominiert – auch wenn sich innerhalb der Informatik eine große Vielfalt an Paradigmen und Sichtweisen entwickelt hat – nach wie vor die Ingenieursicht. Diese ist gerade in der „Ingenieurnation" Deutschland, wo das Ingenieurwesen historisch besonders große Wertschätzung erfährt und für die Entwicklung der Wirtschaft eine ausgesprochen hohe Bedeutung hat, überwiegend von der Dominanz des Männlichen geprägt (Löhr und Schelhowe 2003; Schelhowe 2014; Grundy 1998; Paulitz 2012). Andererseits hat es gerade in der Informatik als einer erst Ende der 1960er-Jahre entstandenen Disziplin besondere Versprechen für und Erwartungen an Frauen gegeben. Der Frauenanteil bei den Studierenden z. B. lag zu Beginn – aber liegt auch heute mit etwa 20 % wieder – deutlich über dem klassischer Ingenieurdisziplinen.

Im Projekt *InformAttraktiv*, dessen Ergebnisse im Zentrum dieses Sammelbandes stehen, ging es uns darum, aus der Genderforschung heraus Antworten auf die neuen Bedingungen und Veränderungen der Informatik zu finden, die Debatte um das Bild der Informatik und ihre Neustrukturierung mit zu beeinflussen und gleichzeitig zu einer Darstellung der Informatik als einer Wissenschaft großer Vielfalt in der Öffentlichkeit beizutragen.

In der Informatik der Universität Bremen gab es zum Zeitpunkt der Antragstellung im Jahr 2009 vier Hochschullehrerinnen, die in den drei unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten („Profilbereichen") der Bremer Informatik angesiedelt waren. Zu viert haben wir uns zu einer Antragstellung im Programm „Frauen an die Spitze" im Rahmen des Förderbereichs „Strategien zur Durchsetzung von Chancengleichheit für Frauen in Bildung und Forschung" entschlossen, weil wir den Prozess der Profilbildung nicht nur beobachten, sondern als Akteurinnen Einfluss nehmen wollten, und uns sicher waren, dass von der Genderforschung interessante Impulse zu erwarten sind.

Mit Susanne Maaß hatten wir eine Forscherin im Team, die soziotechnische Systementwicklung explizit mit Genderforschung verbindet. Kerstin Schill ist Expertin für das Gebiet *Künstliche Intelligenz, Kognition und Robotik (KIKR)*, heute gleichzeitig Dekanin und damit einflussreiche Gestalterin der Außenwirkung der Bremer Informatik. Ute Bormann kommt aus dem Gebiet *Sicherheit und Qualität (SQ)* und prägt als langjährige Studiendekanin Curriculum und Studienangelegenheiten des Fachs. Heidi Schelhowe arbeitet mit dem Anwendungsgebiet „Digitale Medien in der Bildung" im dritten Schwerpunkt der Bremer Informatik, im Profilbereich *Digitale Medien und Interaktion (DMI)*, und steht als Konrektorin für Lehre und Studium für das Konzept des forschenden Lernens an der Universität Bremen. Damit hatten wir – zusammen mit den engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Projektes – eine ideale Zusammensetzung, um für das Vorhaben einerseits die

Fachkompetenz einzubringen und Genderfragen fundiert zu thematisieren, andererseits auch nach innen und außen wirksam zu werden.

Die drei Forschungsprofile der Bremer Informatik sind im Rahmen des Projektes vertieft mit den Kolleginnen und Kollegen diskutiert und thematisch mit der Gender-Perspektive konfrontiert worden. Die Ergebnisse haben wir auch über Bremen hinaus auf den Prüfstand gestellt und mit verschiedenen Repräsentantinnen und Repräsentanten der Informatik diskutiert.

Aus aktuellen Forschungsthemen der Informatik haben wir im Projekt jeweils Workshopangebote, die an junge Menschen gerichtet waren und mit denen ein modernes und lebendiges Bild des Faches vermittelt wird, geschlechtersensibel konzipiert, durchgeführt und evaluiert wurden und. Mit der thematischen Ausrichtung der Workshops haben wir nicht nur innovative Konzepte der Informatik, wie z. B. *be-greifbare Interfaces* für den handlungsorientierten Zugang, genutzt, sondern thematisch auch insbesondere an Lebens- und Interessensbereichen von Mädchen angeschlossen. Wir haben die jungen Menschen zum eigenen Erfinden ermuntert und zum kreativen, oft auch ästhetisch vermittelten Einmischen in das, was die Informatik tut. Durch die gendersensible Vermittlung und Reflexion in den Workshops konnte das Informatikbild der Jugendlichen (Maaß und Wiesner 2006) infrage gestellt und auch der Blick von Mädchen und jungen Frauen auf das breite Spektrum an Optionen für ihre Studien- und Berufswahl erweitert werden.

Mit diesem Buch wollen wir all jene erreichen, die an einer innovativen Weiterentwicklung der Informatik interessiert sind – sei es aus der Perspektive der Informatik selbst oder auch aus der Genderforschung. Wir wollen aber auch jene ansprechen, die in der Öffentlichkeit über Informatik berichten und diskutieren, die Informatik lehren oder lernen, und diejenigen, die für sich und andere deren fundamentale Rolle in den modernen Gesellschaften erklären wollen. Wir hoffen, dass dieses Buch diesen Menschen dabei hilft, eigene Antworten zu finden oder zumindest ihre Fragen genauer zu stellen und weiterzuverfolgen.

Im Anschluss an diese Einleitung wird im zweiten Kapitel „Informatik im Wandel: Geschichte, Sichtweisen, Wirkungen" auf die Geschichte der Informatik und ihre Verquickung mit der Gender- und Diversityforschung eingegangen.

Der erste Beitrag stammt von Hans Dieter Hellige, der als Wissenschaftler für Technikgestaltung und Technikgenese an der Universität Bremen wirkt. Mit seinem Beitrag „Die Informatisierung der Lebenswelt. Der Strategiewandel algorithmischer Alltagsbewältigung" nimmt er eine kritische historische Perspektive gegenüber der Entwicklung der Informatik als Wissenschaft ein. Er grenzt unterschiedliche Perspektiven ihres Selbstverständnisses gegeneinander ab, um diese dann mit jeweils aktuellen sozialpolitischen

Ereignissen und Bedingungen in Verbindung zu bringen und Thesen für zukünftige Entwicklungen zu benennen.

Heidi Schelhowe ist Informatikprofessorin und Konrektorin für Studium und Lehre an der Universität Bremen. Mit ihrem Forschungsschwerpunkt „Digitale Medien in Bildungskontexten" und einem besonderen Interesse für die Genderforschung geht sie in dem Beitrag „Männlichkeitsbilder in der Geschichte der Informatik" – ausgehend von großen Figuren der Informatikgeschichte, wie Alan Turing und Konrad Zuse – auf die mit männlichen Attributen besetzte Wahrnehmung der Informatik in der Öffentlichkeit ein.

Der folgende Beitrag „Bilder von Informatik und Geschlecht" ist von Monika Götsch geschrieben, deren Forschungsaktivitäten durch einen facettenreichen Hintergrund in Soziologie, Gender Studies, Politikwissenschaften und Sozialarbeit geprägt sind. Sie stellt die Ergebnisse des Projektes „Weltbilder in der Informatik" vor, in dem an fünf deutschen Universitäten die vorherrschenden Bilder vom Fach Informatik und beharrliche Klischees über die Studierenden und Praktizierenden dieser Disziplin untersucht wurden.

Der Artikel von Tanja Paulitz, Professorin am Institut für Soziologie der RWTH Aachen, trägt den Titel „Fach und Geschlecht: neue Perspektiven auf technik- und naturwissenschaftliche Wissenskulturen". Darin diskutiert sie die Zusammenhänge von Wissen und Geschlecht mit Schwerpunkt auf der Konstruktion ihrer Bilder und Wechselbeziehungen. Die vorgestellte Studie liefert Einsichten in das Selbstverständnis von Natur- und Technikwissenschaften, auch mit Bezug zu Gender- und Diversity-Fragen.

Das Kapitel schließt mit einem Beitrag aus dem Forschungsprojekt „IGaDtools4MINT" an der RWTH Aachen. Tobias Berg und Rebecca Apel sind im Lehr- und Forschungsgebiet „Gender und Diversity in den Ingenieurwissenschaften" bei Carmen Leicht-Scholten tätig, Hendrik Thüs arbeitet in der „Learning Technologies Research Group" bei Ulrik Schroeder. In ihrem Beitrag „IGaDtools4MINT – Integration von Gender und Diversity im Fach Informatik" stellen die Autorinnen und Autoren die Ergebnisse ihres Forschungsprojektes vor, in dem Informatik- und Genderforschende gemeinsam ein Konzept erarbeitet haben, nach dem mehr studieninteressierte Frauen nachhaltig für MINT-Fächer begeistert werden sollen.

Im dritten Kapitel „Bilder einer vielfältigen Informatik" soll die Informatik mit ihren vielfältigen sozialen Bezügen beleuchtet werden. Im Abschnitt „Aufzeigen von Vielfalt durch Profilierung der Informatik" werden die Profilbereiche der Bremer Informatik beschrieben, in denen zum einen eine Übersicht über die aktuellen Forschungsthemen und -praktiken geliefert, zum anderen übergreifend die jeweilige Sicht auf die Rolle des Menschen im Forschungsgebiet diskutiert wird. So werden Unterschiede und

Gemeinsamkeiten deutlich. Die Profilbereiche können als Beispiel für eine aktuelle inhaltliche Strukturierung einer Informatik an einer forschungsstarken Universität dienen.

Das erste Profil *SQ* wird von Stefanie Gerdes vorgestellt, die sich als Informatikerin in der Forschungsgruppe „Rechnernetze" v. a. im Bereich der Informationssicherheit und Standardisierung engagiert. Der Psychologe Thorsten Kluß und die Mechatronikerin Carolin Zschippig haben den nächsten Beitrag „Künstliche Intelligenz, Kognition und Robotik – Der Mensch als Modell" verfasst. Beide sind in der Kognitiven Neuroinformatik tätig und haben damit im Profil *KIKR* gearbeitet. Kamila Wajda hat als Medieninformatikerin in den Arbeitsgruppen „Digitale Medien in der Bildung" und „Soziotechnische Systemgestaltung & Gender (SoteG)" geforscht. Sie ist Autorin der dritten Profilvorstellung mit dem Titel „Digitale Medien und Interaktion – Der Mensch als Handelnder" und war im Projekt außerdem für die Evaluation der Technologie-Workshops zuständig.

Das zweite Unterkapitel „Menschenbilder in der Informatikforschung" ist eine Sammlung von Kurzbeiträgen, anhand derer das Spektrum der Wissenschaftspraktiken innerhalb der Informatik und v. a. der Sichtweisen auf die Rolle und Einbeziehung des Menschen in die Forschung aufgezeigt wird. Die Autorinnen und Autoren sind Forschende aus dem deutschen und internationalen Raum, die mehr oder weniger eng einem der Forschungsschwerpunkte des Bremer Modells zugeordnet werden können. Die wenige Seiten umfassenden Beiträge sind als kurze Stellungnahmen zum jeweiligen Forschungsschwerpunkt und zu den aktuellen Trends zu verstehen.

Der erste Beitrag ist von einer Gruppe von Autorinnen und Autoren der RWTH Aachen, der Universität Kassel und der Firma usd AG: Steffen Bartsch, Carina Boos, Dominic Dyck, Birgit Henhapl, Christopher Schwarz, Heike Theuerling und Melanie Volkamer berichten in ihrem Beitrag „Unterstützung für ein risikobewusstes Verhalten" über die Notwendigkeit, verschiedene disziplinäre Perspektiven in ihre Informatikforschung einzubeziehen. Rainer Koschke (AG Softwaretechnik, Universität Bremen) betont in seinem Beitrag „Menschen in der Softwaretechnik", dass für die Softwareentwicklung Vorgehensweisen gefunden werden müssen, um die späteren Nutzergruppen in die Entwicklung einzubeziehen. Ulrik Schroeder (Learning Technologies Research Group, RWTH Aachen) verwendet im folgenden Beitrag „Learning Analytics" ein E-Learning-Szenario, um Herausforderungen in seinem Forschungsfeld deutlich zu machen. In der Stellungnahme „Informatik zwischen Computern und Realität" schreibt Christian Freksa (AG Cognitive Systems, Universität Bremen) von Ambitionen der Informatik, die Welt im Computer nachzubilden und umgekehrt die Einbettung von Computern in die Welt zu verfolgen. Phoebe Sengers (Culturally Embedded Computing Group,

Cornell University) verwebt in ihrem Beitrag „Innovation von den Rändern her“ autobiografische Elemente mit ihren Forschungsaktivitäten, bei denen sie soziale und kulturelle Aspekte in den Designprozess von Technologien einbringt. Der Beitrag von Michael Herczeg (Institut für Multimediale und Interaktive Systeme, Universität zu Lübeck) mit dem Titel „Sicherheitskritische Mensch-Computer-Systeme und Automation“ nimmt Bezug auf die heutige Gerätevielfalt im Alltag und die sich daraus ergebenden Sicherheitsrisiken, die es bei der Entwicklung von Software zu beachten gilt. Die Reihe der Beiträge wird von Frieder Nake (compArt, Universität Bremen) geschlossen: Unter dem Titel „Von der algorithmischen Revolution“ wirft er einen kritischen Blick auf die Informatik, ihre Beziehung zum Menschen und zur Maschine.

Nach dieser Darstellung und Diskussion der Informatik mit ihren sozialen Bezügen wird im vierten Kapitel ein weiteres Ergebnis des Projektes *InformAttraktiv* vorgestellt: Das *Gender Extended Research and Development* -Modell (GERD) soll zeigen, an welchen Stellen Gender- und Diversity-Aspekte in die Arbeitsprozesse der Informatikforschung und -entwicklung einfließen können. Das Kapitel ist von Claude Draude, Kamila Wajda und Susanne Maaß verfasst. Die Kulturwissenschaftlerin und Soziologin Claude Draude hat Gender- und Diversity-Expertise in das Projekt *InformAttraktiv* eingebracht. Mit Kamila Wajda arbeitete sie in der Arbeitsgruppe SoteG unter der Leitung von Susanne Maaß. In ihrem Beitrag charakterisieren sie zunächst zentrale Prozesse der Informatikforschung und -entwicklung und konfrontieren diese mit Sichtweisen der Gender- und Diversityforschung. Zahlreiche Beispiele aus der Forschungspraxis dienen dazu, die ungewohnte Perspektive anschaulich zu machen. Der GERD-Ansatz zielt auf eine kritische Reflexion und Veränderung von eingefahrenen Annahmen und Vorgehensweisen, die maßgeblichen Einfluss auf die Gestaltung und damit auf die Wirkung der entwickelten Produkte bzw. der Forschungsergebnisse haben.

Einen praktisch ausgerichteten Ansatz und Beitrag hat das Projekt *InformAttraktiv* durch die Entwicklung und Durchführung von Workshops für junge Menschen geliefert. Während das vorliegende Buch den Schwerpunkt auf das durch die Gender- und Diversityforschung gespiegelte und bereicherte Selbstverständnis einer vielfältigen Informatik legt, bietet eine weitere Buchpublikation mit dem Titel „Kreative Zugänge zur Informatik – Praxis und Evaluation von Technologie-Workshops für junge Menschen“ von Nadine Dittert, Kamila Wajda, Heidi Schelhowe (Dittert et al. 2015) einen umfassenden Überblick über die Organisation, Durchführung und Evaluation der Workshops. Eine Einbettung in lerntheoretische Ansätze wie auch praktische Hinweise für die Entwicklung und Evaluation von Workshops, auch unter Gender- und Diversity-Aspekten, werden gegeben. Außerdem werden die verwendeten Technologien beschrieben und Empfehlungen nach dem Best-Practice-Prinzip gegeben.

Wir hoffen, mit diesem zweiten Buch den Weg für viele kreative Nachahmerinnen und Nachahmer zu ebnen: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die Interesse daran haben, ein aktuelles und interessantes Bild der Informatik nach außen zu vermitteln und durch eigenes Handeln erfahrbar zu machen; Lehrerinnen und Lehrer, die Informatik lehren oder dafür einen anderen Platz in ihrem Unterricht finden; Pädagoginnen und Pädagogen, die an einer umfassenden Medienkompetenz, mit der man hinter die Oberfläche schauen lernt, interessiert sind und jungen Menschen mehr beibringen wollen als nur, wie man Knöpfchen drückt.

Ein notwendiger nächster Schritt für eine größere und nachhaltige Verbreitung, der über das Wecken von Neugier hinaus ginge und solide Kenntnisse sowie ein nachhaltiges Interesse an der Informatik wecken könnte, wäre die Einbettung solcher Angebote in schulische Curricula – der Informatik, aber auch anderer Fächer, in denen man etwas über zeitgenössische Kunst oder Sprachen oder Naturwissenschaften in einer mediatisierten Gesellschaft lernen kann.

Wäre es nicht wünschenswert, dass alle großen Forschungsprojekte der Informatik als Teil ihrer Öffentlichkeitsarbeit zusammen mit Pädagoginnen/Pädagogen und Didaktikerinnen/Didaktikern solche gendersensiblen Workshopangebote jeweils aus ihrem Gebiet heraus entwickeln, sie auf diese Weise aktuell halten und das öffentliche Interesse und Verständnis für ihr Gebiet wecken? Es scheint uns ein lohnenswerter Gedanke für zukünftige Forschungsausschreibungen zu sein, in denen ja immer auch Gender-Aspekte adressiert werden sollen.

Die im Projekt geleistete Verbindung von Ansätzen der neueren Genderforschung mit Denkweisen der Informatik hat es ermöglicht, Anknüpfungspunkte für Gender- und Diversity-Aspekte in der Informatikforschung herauszuarbeiten. Damit konnte die soziale Einbettung von Technikentwicklung nachdrücklich verdeutlicht und die Ausrichtung der Informatikforschung auf die Diversität von menschlichen Fähigkeiten, Interessen, Tätigkeiten, Gewohnheiten, Lebens- und Handlungskontexten gestärkt werden.

Mit unserem Buch und den Beiträgen aus den unterschiedlichen Perspektiven hoffen wir, zu einer Informatik beizutragen, die ihre inhaltliche Vielfalt nicht nur zulässt und fördert, sondern die auch ihre Vielfalt in der Gesellschaft sichtbar macht und sie für unterschiedliche Zugänge öffnet: für Nerds und für Besonnene; für Menschen, die am Computer oder an der Mathematik, an der Interaktion oder an der Entwicklung und Gestaltung einer mediatisierten Gesellschaft interessiert sind; für Frauen und Männer und alle, die geschlechtsspezifische Zuschreibungen ablehnen.

Literatur

Coy, Wolfgang, Frieder Nake, Jörg-Martin Pflüger, Arno Rolf, Jürgen Seetzen, Dirk Siefkes und Reinhard Stransfeld (Herausgeber). 1992. *Sichtweisen der Informatik*. Braunschweig: Vieweg.

Denning, Peter J. (Herausgeber). 1989. A Debate on Teaching Computer Science. *Communications of the ACM (CACM)* Vol. 32: S. 1397–1414.

Dijkstra, Edsger W. 1989. On the Cruelty of Really Teaching Computing Science. *CACM* Vol. 32: S. 1398–1404.

Dittert, Nadine, Kamila Wajda und Heidi Schelhowe. 2015. *Kreative Zugänge zur Informatik – Praxis und Evaluation von Technologie-Workshops für junge Menschen*. Staats- und Universitätsbibliothek Bremen, Open-Access.

Grundy, Frances. 1998. Computer Engineering: Engineering What? AISB Quarterly, Issue 100, S. 24–31.

Löhr, Klaus-Peter und Heidi Schelhowe. 2003. Theorien der Informatik. In *Etablierte Wissenschaft und feministische Theorie im Dialog*, herausgegeben von Claudia von Braunmühl. S. 149-161. Berlin: Berliner Wissenschaftsverlag.

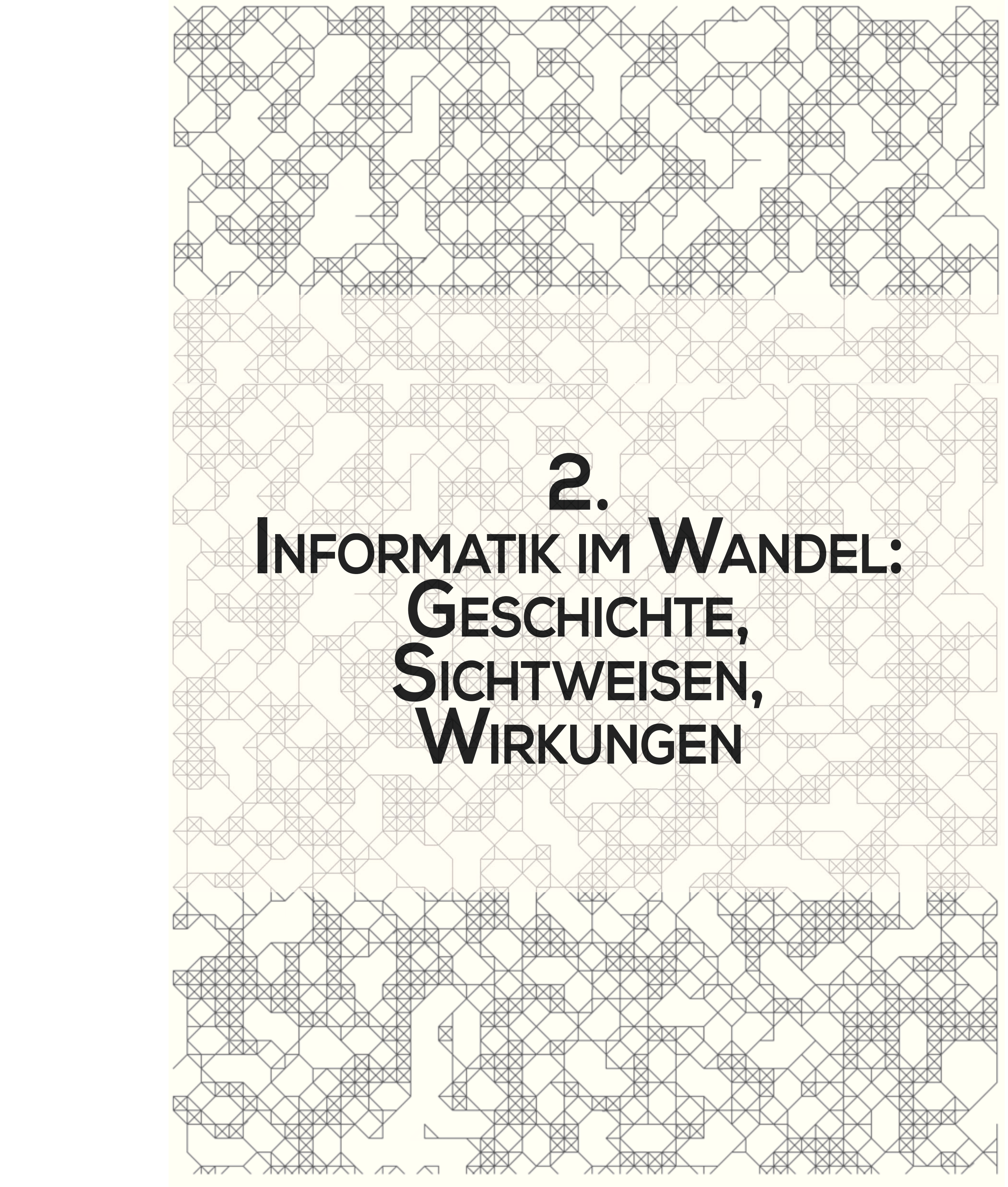
Maaß, Susanne und Heike Wiesner. 2006. Programmieren, Mathe und ein bisschen Hardware … Wen lockt dieses Bild der Informatik? *Informatik Spektrum* 29: S. 125–132.

Paulitz, Tanja. 2012. *Mann und Maschine: Eine genealogische Wissenssoziologie des Ingenieurs und der modernen Technikwissenschaften, 1850–1930*. Bielefeld: Transcript.

Schelhowe, Heidi. 2014. Männlichkeitsbilder in der Geschichte der Informatik. In Vielfalt der Informatik – Ein Beitrag zu Selbstverständnis und Außenwirkung, herausgegeben von Anja Zeising, Claude Draude, Heidi Schelhowe und Susanne Maaß. TODO (pages and publisher)

Wegner, Peter. 1997. Why Interaction Is More Powerful Than Algorithms. *CACM* Vol. 40 No. 5: S. 81–91.

Winograd, Terry. 1997. The Design of Interaction. In *Beyond Calculation,* herausgegeben von Peter J. Denning und Robert M. Metcalfe, mit einem Vorwort von James Burke, S. 149–161. New York: Springer.



2. Informatik im Wandel: Geschichte, Sichtweisen, Wirkungen

2.1 Die Informatisierung der Lebenswelt

Der Strategiewandel algorithmischer Alltagsbewältigung

Hans Dieter Hellige

Die alltägliche Lebenswelt mit ihren schwer fassbaren Vorverständnissen, ihrem Common-Sense-Denken und der diffusen Mischung aus Routinen und spontanen Aktivitäten bildet seit jeher eine außerordentliche Herausforderung für Informatiker. Computer sind zwar seit den späten 70er Jahren als Kommunikations- und Schreib- und Freizeitmedien in die häusliche Lebenswelt vorgedrungen, doch bei der Organisation des Alltags spielten sie so gut wie keine Rolle. Der Beitrag zeichnet die Stadien der Bemühungen der Informatik nach, diesen letzten algorithmisch noch nicht voll erschlossenen Bereich zu erobern, und er legt dar, welche entscheidende Rolle der Wandel der Wissenschaftskonzepte der Disziplin bei den wiederholten Anläufen zur Informatisierung des lebensweltlichen „Universums des Selbstverständlichen" (nach Husserl) spielte.

Die Ausgrenzung der Lebenswelt im formal-logischen Wissenschaftskonzept

Entstehungsbedingt steht die Informatik seit ihren Anfängen im Spannungsfeld konträrer Wissenschaftskonzepte. Das eine ist unter dem Einfluss der einen Ursprungsdisziplin Mathematik szientistisch ausgerichtet und zielt auf den Status einer Leitwissenschaft für andere Disziplinen. Der Anspruch auf „full science" oder gar auf eine Universalwissenschaft wurde immer wieder aus den „Great Principles of Computing", insbesondere aus der Fundamentalkategorie *Information* abgeleitet und erst kürzlich wieder mit dem Charakter einer künstliche und natürliche, d.h. physikalische und biologische Infor-

mationsprozesse übergreifenden Computing Science gerechtfertigt (Cerf 2012; Denning 2003, 2013). Im Ringen um Anerkennung als strenge Gesetzeswissenschaft im Kreise etablierter Naturwissenschaften bzw. als eine der Mathematik vergleichbare Grundlagen- und Systemwissenschaft errichtete man das Lehrgebäude und das Disziplingefüge der Informatik auf einem streng logisch-mathematischen Theoriefundament und hoffte damit auch zu zuverlässigen Modellen und Metriken sowie zu Hardware-/Software-Strukturen und Programmen mit präzise vorherbestimmten Eigenschaften zu gelangen (Hartmanis 1994; vgl. auch Hellige 2004a). Im Mittelpunkt dieses Wissenschaftskonzeptes steht daher die Herstellung von logischer Folgerichtigkeit der Programme und ihrer Überprüfung mit Hilfe von Instrumenten der Mathematischen Logik. Als Voraussetzung für eine korrekte automatische Verarbeitung wird eine logisch-mathematische Kernstruktur aus der konkreten Vielfalt und Unbestimmtheit realer Prozesse herausdestilliert und das Problem dann unter Absehung von inhaltlichen Bedeutungen und Kontexten formalisiert und kalkülisiert. Der gesamte Rechenprozess wird mit Hilfe von Fließdiagrammen unter Vermeidung von Sprunganweisungen als ein „sequentielles geschlossenes System" vorab geplant, in logische Programmeinheiten strukturiert, hierarchisch organisiert und läuft dann in strikter Folge geregelt ab. Auch „concurrent processes" und Interaktionen werden konsequent linearisiert, um unvorhergesehene Wechselwirkungen auszuschließen. (Brauer 1992, S. 13 f.). Das formal-logische Wissenschaftskonzept hat wichtige Methoden und Instrumente zur Verbesserung der Sicherheit und Zuverlässigkeit von Softwaresystemen und Rechenprozessen hervorgebracht und generell das Bewusstsein für die große Bedeutung des Qualitätsmanagements von IT-Systemen geschärft, dabei aber vielfach die mathematische Berechenbarkeit und die „correctness as a guiding principle for program construction" als die Hauptziele informatischer Forschung und Entwicklung verallgemeinert (Hoare 2010).

Daher haben die Lebenswelt und ihr Common-Sense-Denken in diesem vom Formalisierungsparadigma und Automatisierungsdogma dominierten Wissenschaftsverständnis der Informatik keinen Platz, sie sind wie alles Nicht-Formale, Heterogene und Subjektive strikt durch eine „Brandmauer" abgeschottet, die die Welt der wissenschaftlichen „correctness" und der linearen Kontrollstrukturen von der der unwissenschaftlichen „pleasentness" der Benutzungs- und Bedieneigenschaften im Alltag trennt (Pflüger 1994). Der Informatiker ist allein zuständig für die stringente Logik der das Zusammenspiel zwischen „mechanical and human symbol manipulation" organisierenden und klar strukturiendem Programme, nicht dagegen für deren von Widersprüchen, Zielkonflikten und Sprunghaftigkeit geprägten Anwendungskontexte in der Arbeits- und Lebenswelt, um die sich gesellschaftliche Instanzen zu kümmern

haben (Dijkstra 1977; 1989, S. 1402). In der Tradition des Leibnizschen Logizismus hofften und hoffen sogar nicht wenige Computer Scientists, dass sich durch das Fortschreiten der Disziplin und insbesondere der Künstlichen Intelligenz die Sphäre des Berechenbaren und Automatisierbaren auch auf komplexere Bereiche des Denkens und Handelns ausdehnen lasse, so dass die logikbasierte Symbolkalkulation am Ende auch das oft ungenaue und widersprüchliche „human reasoning" ersetzen und damit generell logische Entscheidungen in der Lebenswirklichkeit befördern könne. (Capurro 1992, S. 345 ff.)

Die Modellierung der Lebenswelt als Automatensystem im Engineering-Konzept

Das zweite Wissenschaftskonzept orientiert sich, beeinflusst durch die andere Ursprungsdisziplin, der Nachrichtentechnik, an pragmatischen Denkweisen und Methoden klassischer Technikwissenschaften. Nach diesem Verständnis ist der Informatiker ein anwendungsorientierter „Ingenieur für abstrakte Objekte", der die Spannungen zwischen der klar strukturierten logischen Welt und der unstrukturierten wirklichen Welt zu überbrücken hat (Zemanek 1971). Die Informatik ist hier keine Wissenschaft im Sinne klassischer Naturwissenschaften, sondern ein zielkonfliktbehaftetes, die Disziplingrenzen überschreitendes „Heterogenous Engineering". Sie bedient sich dabei der Methoden der Elementarisierung, Modularisierung und Hierarchisierung und entwickelt nach zuvor festgelegten Anforderungen sequenziell abzuarbeitende Abläufe und Programme. Die soziale Wirklichkeit und Lebenswelt geraten in diesem Wissenschaftsverständnis zwar in den Blick, deren Heterogenität, Perspektivität, und Kontextabhängigkeit werden jedoch mit Hilfe ingenieurmäßiger Abstraktion, Dekomposition und Komplexitätsreduktion im Entwicklungsprozess herausgefiltert. Über die techische Modellierung menschlicher Aktivitäten und Denkweisen und die Zielsetzung der Automatisierung und Maschinisierung von Kopfarbeit (Nake 1992), werden Ingenieurdenken und Rationalisierungs-Leitbilder dann auch auf die ungeordneten Aktivitäten der Alltagswelt übertragen, und zwar auch dann, wenn die Zugänge zu automatischen Prozessen über die Time-Sharing-Technologie bereits interaktiv erfolgen.

Auf diese Weise ähneln die frühen Visionen und Modellprojekte für das informatisierte Haus und den informationstechnisch gesteuerten Haushalt in weiten Zügen sequenziellen Ansätzen von industriellen Prozessketten und Automatiksystemen. In einer Kette von über einen zentralen Taktgeber kontrollierten und synchronisierten automatischen Abläufen werden Heizung, Beleuchtung und Fensterlüftung über Messfühler und Schalter selbsttätig

gesteuert, der Lebensmitteleinkauf wird nach dem zuvor aus Computervorschlägen ausgewählten Wochenmenü in der Art einer Stücklistenverwaltung automatisch abgewickelt, die sonstigen Einkäufe in Form von Teleshopping mit Hilfe von Computerkatalogen durchgeführt und per Tele-Banking abgerechnet, Handwerker nach maschinellen Preisvergleichen und Rankinglisten geordert und der tägliche und wöchentliche Programmplan mit der rationellen Abfolge der Termine der Hausfrau ausgedruckt. Der automatische Herd wird entweder mit am Herd aufbewahrten Lochstreifen gesteuert oder er kann bereits kochfertige Gerichte zu einem programmierten Zeitpunkt fertig zubereiten. Wegen seiner zentralen Rolle bei der „Haushaltsplanung" bzw. der „Haushalts-Schematisierung", so ein Modellversuch, sollte das Heimterminal als „neues Haushaltsgerät" in der Küche zwischen Tiefkühltruhe und Geschirrspüler plaziert werden. Über Fernschreiber in anderen Räumen hatte man Zugang zu Lernautomaten und mathematischen Spielen. Die aus Datenbanken ausgewählten Informationen werden in einem jedem Menschen „als sein ‚zweites Gedächtnis' zur Verfügung" gestellten persönlichen Speicherbereich in den Zentralen der „Public Computer Utilities" abgelegt, die in mancher hinsicht die Cloud-Architektur vorwegnahmen. Es versteht sich, dass sich in den Home-Computing-Szenarien der 60er und 70er Jahre der gesamte Familienalltag weitgehend um das „Home-Terminal" bzw. die „Personal Console" dreht, diese bildet als das Hauptzugangsmedium zur automatengesteuerten Arbeits-, Informations- und Lebenswelt das eigentliche Familienzentrum und den Angelpunkt einer von der Informatik geprägten rationalen Lebensführung der Zukunft (siehe hierzu die Belege in Hellige 1996, S. 226 ff.).

Die Gestaltung von Lebenswelt-Prozessen im interaktiven Informatikkonzept

Während die ersten beiden Informatikkonzepte noch aus der hermetisch abgeschlossenen Welt der Mainframe-Rechenzentren hervorgingen, entstand das dritte bereits in der Welt des Workstation- bzw. PC-basierten Distributed Computing. Dezentralisierung und Interaktion des Computing führten zur Überwindung starrer Automaten-Vorstellungen und unflexibler Prozessabläufe sowie zur Entdeckung höherer, mit Unsicherheit und Ungenauigkeit behafteter Komplexität. Dadurch wurden einerseits hoch dynamische, nicht-lineare Informatiklösungen erforderlich, andrerseits mussten auch Grenzen und hermeneutische Defizite des algorithmischen Denkmodells erkannt werden. Im interaktiven Wissenschaftskonzept wird die Informatik deshalb als eine Nutzer- und Anwendungsbezogene Design- und Gestaltungswissenschaft verstanden, die sich mit einem „hermeneutischem Blick" auf Perspektiven und

Vorverständnisse der User einlässt (vgl. Pflüger 1994). Die kulturell geformte private und soziale Wahrnehmungs- und Lebenswelt mit ihrer Heterogenität, „arbitrary complexity" und begrenzten Explizierbarkeit wird in einem evolutionären bzw. agilen Entwicklungsprozess über die Aushandlung der Designmerkmale bewusst einbezogen. Die Informatiker_innen müssen sich hierbei permanent als Grenzgänger in der formalen und informellen Sphäre bewegen und bei der Entwicklung zwischen Hersteller- und Nutzerperspektive wechseln, um ein möglichtst adäquates „Nutzermodell" zu entwickeln. Sie sind sich stets der begrenzten Funktionalität von Computern bewusst und entwickeln daher im Dialog mit den Usern für diese Repräsentationsmedien und Unterstützungssysteme, die diesen in den Mensch-Computer-Interaktionen eigene Entfaltungsspielräume sowie Kontroll- und Eingriffsmöglichkeiten belassen. Im Idealfall nähert sich der Entwicklungsprozess dabei dem Architekturdesign, bei dem die divergierenden Anforderungen der User und anderer betroffener Akteure sowie die interdependenten und sich oft widersprechenden Designmerkmale erfahrungsgeleitet kunstvoll in einen konsistenten Gesamtentwurf mit hoher Nutzungsqualität integriert werden.[1]

Die Programmabläufe und ihre Variationsmöglichkeiten werden dabei nicht mehr wie im Vorgehensmodell der sequenziellen algorithmischen Maschine vorab festgelegt und dann im Rahmen eines hierarchisch strukturierten Systems in festen Arbeitsschritten abgearbeitet. Sie sind vielmehr als offene, nicht-sequenzielle Prozesse angelegt, die Kommunikationen, Interaktionen, Nebenläufigkeiten und lokale Autonomie von Teilprozessen zulassen, wodurch auch die Situationsvielfalt, Variabilität und Alltagskomplexität besser zur Geltung kommen. Die Informatik begreift sich hier als Wissenschaft paralleler, verteilter, interaktiver, nicht-hierarchischer Systeme und eines Netzes von Objekten und Prozessen (Brauer 1992, S. 14 ff.). Zur Subjektbefreiung trägt vor allem die Objektorientierung in der Softwareentwicklung bei, da sie eine flexible Verknüpfung von Dingen, Eigenschaften, Operationen und Methoden gestattet. Dieses objektorientierte Denkmodell, das im Unterschied zum algorithmischen Denkmodell die Welt als Simulation kommunizierender aktiver Objekte abbildet und damit implizit ein antihierarchisches soziales Organisationsmodell unterlegt, brachte so die Werkzeuge, Zeichenprozesse und symbolischen Interaktionsformen hervor, mit denen sich die semantische Lücke besser überbrücken ließ und mit denen die User ihre Computingprozesse großenteils von unten her selber organisieren und in einem „unreglementierten Austausch" mit Partnern „auf gleicher Augenhöhe" kommunizieren können (Rechenberg 2000, S. 156 ff.; Habermas 2008, S. 161 f.).

1 Siehe u.a. Rolf 1992; zur Architektur- und Designtheorie von F. Brooks Hellige 2004b, S. 436 ff.

Mit dem objektorientierten Vorgehensmodell, dem GUI-basierten Interaktionsparadigma und dem hermeneutischen Gestaltungsansatz begann die Informatik sich dem vorwissenschaftlichen kontext- und situationsabhängigen Denken und Handeln in der Lebenswelt anzunähern. In Gestalt des PC oder Homecomputers rückte der Computer nun auch in die häusliche Lebenswelt vor und veränderte dadurch die Architektur der „Home Systems" grundlegend. Der häusliche Gerätepark wird hier nicht mehr von einem Mainframe bzw. einer Time-Sharing-Zentrale aus der Ferne gesteuert, sondern von einem lokalen PC, der über ein Feldbus-System, ein LAN oder Bluetooth mit den verschiedenen Geräten und Schaltelementen vernetzt ist. Doch die Lösungsansätze für die Informatisierung des Alltags blieben auch in den 80er und 90er Jahren weiterhin unter dem Einfluss zentralgesteuerter Systeme und des Leitbildes der „Heimautomatisierung", ja selbst der Begriff der „Home Automation" hat sich bis heute als Leitbegriff gehalten. So profitierten vor allem die interaktiven Webkommunikationsdienste und die Computer-basierten Freizeitaktivitäten von dem hermeneutischen Gestaltungskonzept und den GUI basierten Bedienkonzepten, während die meist von Geräteherstellern, Telcos und Bussystemanbietern entworfenen „Home Management-Systeme" sich weitgehend an der Mensch-Maschine-Kommunikation in der auf automatische Steuerung und Regelung ausgerichteten professionellen Gebäudeleittechnik orientierten. Da die Benutzer wenn überhaupt erst nachträglich in den Entwicklungsprozess einbezogen wurden, waren die Anwendungskonzepte reichlich praxisfern und die Bedienung, vor allem die Anpassung der Programme an veränderte Umgebungsbedingungen wenig laiengerecht.

So verbirgt sich hinter dem vielfach als „Home Assistent", „Elektronischen Butler" oder „Digitalen Hausmeister" personalisierten „Intelligenten Heim" ein lose gekoppeltes Automatensystem, das von einem Multimedia-PC als zentralem Hausleitstand überwacht und bedient wird. Dieser sendet die mit logischen Bedingungen verknüpften Schaltbefehle an die zahlreichen im Haus verteilten Sensoren und Aktoren, die „modernen Heinzelmänchen" gleich, die Temperaturregelung und die Steuerung von Beleuchtung, Belüftung und Rollläden sowie der Alarmanlage und Sicherheitstechnik voll übernehmen. Auch über den haustechnischen Bereich hinaus werden viele häusliche Abläufe automatisch abgewickelt, um den Bewohnern möglichst viel Interaktionsarbeit und eigene Planung zu ersparen. Der Herd hat Hunderte Rezepte gespeichert und gibt nach der Auswahl eines Menüs Zubereitungshinweise und steuert die Temperaturen dann weitgehend selbst. Die Geräte im Bad sind mit Analyseinstrumenten ausgestattet und messen so nebenher Herzfrequenz und Blutdruck und benachrichtigen bei Extremabweichungen gleich den Hausarzt. Die alltägliche Lebensführung erscheint als ein mehr oder weniger organisierter Informationsprozess, der das Alltagsgeschehen in einer Art Workflowsystem durchplant.[2]

Selbst die unter dem Siegel „Interactive Home" propagierten oder vertriebenen Konzepte eines „Elektronischen Haushaltes" orientieren sich ungeachtet erweiterter Interaktionsmöglichkeiten weithin an der Leitstand-Metapher und Systemen der Gebäudeautomatisierung. Hausfrau und Hausherr haben von der zentralen „PC-Leitwarte" bzw. der Smartphone- und Kamera-basierten Überwachungstechnik alle Räume, Türen, Tore und Garten und vor allem die Kinderzimmer immer voll im Blick und können so schnell auf nicht programmgemäße und von der Alltagsroutine abweichende Ereignisse reagieren (z.B. Wells 1995; Morrison 2012). Fast alle diese eHome-Projekte und – systeme konstruieren den Alltag nicht aus den lebensweltlichen Abläufen heraus, sondern aus einem aus Funktionen und Interaktionen des Geräteparks entwickelten „virtuellen Hausmodell", das dann mit einem „virtuellen Modell des Menschen" verknüpft wird (zum MIT-Konzept siehe Welchering 1996). Auf diese Weise werden technokratische Visionen und gewerbliche Nutzungsmuster mit technikfixierten Geschäftsmodellen kurzgeschlossen und ohne reale praktische Überprüfung der Alltagstauglichkeit in Prototypen und Modellhäusern implementiert. Infolge der massiven hermeneutischen und partizipativen Defizite im Entwicklungsprozess dominieren so auch in den meisten „interaktiven" Home Automation-Systemen weiterhin technizistische Einstellungen und unreflektive Gender-Stereotypen.

Die Erfassung und Analytik der Lebenswelt im proaktiven Informatikkonzept

Da die interaktive Subjektentfaltung über digitale Medien und eine mehr und mehr ausufernde Objektvielfalt den Benutzern immer weitere Interaktionsarbeit auflastete, unternahm die Informatik in den letzten beiden Jahrzehnten vielfältige Anstrengungen, die kleinschrittigen Prozesse und die ikonische Arbeitsweise der Direkten Manipulation durch zunehmend „intelligentere" Systeme zu ersetzen. Um den „cognitive overload" der User zu reduzieren, soll das „Human-in-the-loop computing" vom „Human-supervised computing" abgelöst werden, in dem die User nur noch in Ausnahmefällen steuernd eingreifen. Sie werden entlastet von einer fürsorgerischen Informatik, die ihre Operationen und sie betreffende Ereignisse ständig beobacht und evaluiert und dann über Softwareagenten, Avatare, „Assistenten"- oder „Butler"- Prozesse proaktiv tätig wird (Pflüger 2008, 360 ff.; Hellige 2008, S. 73). Auch die

2 Stellvertretend für eine Vielzahl von hier zugrunde gelegten Szenarien sei auf Dertouzos 1995, S. 242 ff. verwiesen.

Interaktionsmedien sollen in Gestalt von den Benutzer „verstehenden" „Natural" bzw. „Intelligent Interfaces" den mühsamen Mensch-Computer-Dialog radikal vereinfachen. Diese sind so intuitiv und unaufdringlich, dass sie von den Usern „schlicht nicht wahrgenommen werden" (Wright, Steventon 2007, S. 18). Noch gründlicher lösen sich die Konzepte des „Calm", „ Invisible" und „Ubiquitous Computing" vom Desktop-Paradigma, indem sie die Computingprozesse in die alltägliche physikalische Dingwelt auslagern, über die die „Benutzer" nun mit einer verborgenen, allgegenwärtigen, weltumspannenden Service-Infrastruktur in Verbindung treten (Ferscha 2012, S. 59). Die „Smart Objects" werden darin als „heimliche Intelligenz" tätig, wobei sie aus der Nutzerbeobachtung und Handlungserkennung selber Aktivitäten ableiten. Mit der „Intelligenten" Objektorientierung verlieren Computer ihren Werkzeug- und Mediencharakter, sie verschwinden in einem integrierten Datenraum, in dem nicht mehr die medienvermittelte Subjektbefreiung im Vordergrund steht, sondern die allgorithmengesteuerte Subjekterfassung und -betreuung (Hellige 2008, S. 72 f.).

In all diesen von Daten getriebenen proaktiven Computing-Bestrebungen schiebt sich ein weiteres Informatikkonzept in den Vordergrund, bei dem die Modellierung des Benutzers und seiner Aktivitäten nicht mehr in einem bewusst durchgeführten Entwicklungs- oder Simulationsprozess auf mathematisch-logische, konstruktiv-ingenieurmäßige oder hermeneutisch-gestalterische Weise erfolgt. Sie ergibt sich stattdessen aus einer (halb-) automatischen Auswertung der aktuell registrierten Interaktions- und Kommunikationsprozesse sowie aus Sensor-Beobachtungen und der bereits gespeicherten personenbezogenen Daten- und Kontexthistorie. Die Informatik als Wissenschaft der Modellierung komplexer interaktiver „concurrent processes" erweitert sich dadurch zu einer Wissenschaft der erfassten, kognitiv interpretierten, reaktiv und proaktiv kontrollierten Interaktion der User. Während die bisherigen interaktiven Informationssysteme Antworten jeweils nur auf eine Anforderung des Users geben, operieren die kognitiven proaktiven ereignisgesteuert im Hintergrund, indem beliebige Situationen (Einzelereignisse, Ereignisfolgen) und Zustands- und Kontextänderungen (Ort, Bewegung, Kontakt usw.) registriert, erkannt und bewertet werden und dann wissensbasiert adäquate Reaktionen auslösen.[3] Grundlage der proaktiven Informationsfilterung und fürsorgenden Entscheidungen sind zum einen vorab vom Nutzer eingegebene Präferenzen, Interessen und Bedingungen und zum anderen die von diesem unbemerkte Erfassung seiner digitalen Spuren, d.h. ständiges Tracking und Analysieren von „Clickstream and Browsing Data",

3 Vgl. den IBM-Forschungsmanager McQueeney 2013, S. 16. f. („We are moving from computing based on processors that are programmed to follow a predesigned sequence of instructions to cognitive computing systems based on massive amounts of data evolving into systems that can ‚learn'").

von persönlichen Eingaben, Sensordaten, Lokalisierungs- und Mobilitätsdaten sowie Beziehungs- und Aktivitätsdaten in sozialen Netzwerken.

Datenmanagement und Datenanalytik werden dadurch immer wichtiger, das "data-intensive science paradigm" und das „database-centric computing" werden bestimmend für diesen informatischen Wissenschaftstyp. Unter dem Einfluss der explodierenden Datenmengen, insbesondere der Massendaten, entwickeln sich mit der Integration von Prozessorlogik in das Datenbanksystem bereits datenzentrische bzw. speicherorientierte Rechnerarchitekturen.[4] Ein weiteres Charakteristikum ist das „Event-based computing" bzw. „Event-driven Processing", ein Architektur- bzw. Programmierstil, der besonders den asynchronen, stochastischen und situativen Eigenschaften von Alltagsereignissen Rechnung trägt. Mit ihm werden in dem fortlaufenden Strom des Alltagsgeschehens einzelne „event objects" identifiziert, typisiert und gesammelt, mit Hilfe von ereignisbezogenen Multiagentennetzen und Lernalgorithmen wiederkehrende Situationen („event patterns") und ihre jeweiligen Kontexte herausgefiltert und aktiv diagnostiziert, um daraus situationsbezogen, zeitnah und u.U. proaktiv zu reagieren (Etzion, Niblett 2011, S. 4-21). Die User werden so im Data- und Event-driven Computing auf eine maschinell verarbeitbare statistische Datenmenge, auf ein „set of behavioral criteria" bzw. auf eine Summe von „event patterns" und „event streams" reduziert.

Die aus heterogenen Quellen resultierenden umfangreichen Bestände strukturierter und unstrukturierter Daten werden in zentralen Data Warehouses zusammengeführt und mithilfe von (Ubiquitous bzw. Big) Data Mining-Methoden auf charakteristische Ereignisfolgen, Bewegungsprofile, Aktivitäts- und Verhaltensmuster, Verbrauchsgewohnheiten, Einstellungen, Neigungen hin analysiert, wobei auf einen immer mehr wachsenden Bestand an Daten aus heterogenen Quellen zurückgegriffen wird.[5] An die Stelle der Hermeneutik-geprägten Modellbildung mit dem User tritt hier das „probabilistic pattern matching", d.h. eine ohne den User mit Hilfe von Neuronalen Netzen, Markov-Entscheidungsmodellen, Korrelationen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen maschinell kombinierte statistikbasierte Modellbildung. Bei der semantischen Interpretation von Sensorereignissen und Situationsdaten sollen auch deren Kontexte automatisch mitberechnet und damit das bisher unzugängliche Informelle formalisiert werden. Aus der Kombination des

4 „In-Memory Analytics", siehe hierzu Gray 2009, S. XVIII f.; Pey u.a 2009; S. 87 ff.

5 McQueeney 2013, S. 18 („Cognitive systems will digest and exploit the massive data volumes being generated today. The data is coming from the technologies which mark our age: mobile phones, cloud computing, social networks and what we call the „internet of things", including everything from your car to your refrigerator to the thousands of texts your son or daughter sends each month.")

„Reality Mining“ mit statistischen oder regelbasierten Methoden des Context Reasoning, Machine Learning und der Context Prediction will man dann sogar effektive Situations- und Verhaltensprognosen ableiten. Der Betroffene kann dabei, da die Verarbeitung mit Blick auf seine Entlastung und Bequemlichkeit im Hintergrund erfolgt und er keinen Einblick in die mehr oder weniger willkürliche Zusammensetzung des unstrukturierten Datenhaufens und die Auswertungs-Algorithmen hat, die Modelle des „Data Measurement“ seines Verhaltens und seiner Motivationen nicht auf ihre Validität hin überprüfen und gegebenenfalls korrigieren. Aus der deskriptiven und vorausschauenden Analytik von Ereignisfolgen, Situationen und Kontexten werden dem Benutzer schließlich Informationen angeboten und Handlungsvorschläge unterbreitet. Abhängig von der Situation und von registrierten Gewohnheiten, soll das System selbsttätig agieren und so, gestützt auf „predictive and proactive agents“, sogar die Fähigkeit erwerben, auf Ereignisse zu reagieren, bevor sie eintreten und dadurch unerwünschte Zustände vorab vermeiden.

Das Selbstorganisationsprinzip des Interaktiven Computing geht damit im Proaktiven bzw. Kognitiven Computing immer mehr auf Dinge und Softwareagenten über, die nun als soziale Akteure in einer vernetzten Umgebung die Probleme „in eigenverantwortlicher Kooperation“ lösen, während die User möglichst nur noch Daten liefern und ansonsten die Segnungen fürsorgerischer Algorithmen- und Automatensysteme genießen (Hellenschmidt, Wichert 2007; Uckelmann u.a. 2011, S. 13). Bei der Analyse und Steuerung kommunizierender und interagierender Prozesse in verteilten Systemen verzichtet man zunehmend auf das als unzulänglich erkannte algorithmische Paradigma und greift stattdessen auf biologische System- und Selbstorganisationsmodelle zurück, von denen man sich eine Annäherung an die ungleich höhere Komplexität, Nicht-Linearität und Dynamik von Anpassungs-, Lern- und Selbststeuerungsmechanismen in Lebens- und Gesellschaftsprozessen verspricht (Sinsel 2011, S. 9 ff.) Die informatischen Modellierungs- und Steuerungsverfahren bewegen sich damit auf das Leben zu, allerdings auf einer noch sehr niedrigen Evolutionsstufe. Die Automatismen können sich dadurch zwar besser an „Real life“-Bedingungen anpassen, doch es bleiben trotz höherer Komplexität und Flexibilität Automatismen, deren errechnete Selbstorganisation sich von der verstehensbasierten sozialen Selbstorganisation von Menschen grundlegend unterscheidet.

Mit bioinspirierten selbstorganisierten Informatikkonzepten und besonders mit den statistikbasierten Methoden der Personenausforschung, Kontext- und Situationsermittlung soll auch die häusliche und außerhäusliche Lebenswelt digital erfasst und intensiver als bisher für Dienstleisungen und Geschäftsprozesse erschlossen werden. Durch Fortschritte der Miniaturisierung dringen mikroelektronische Systeme nun noch viel tiefer in die Haushalte vor, eine allgegenwärtige Sensorik und Aktorik soll in Zukunft sogar in jedem Raum Personen erkennen, ihre Aktivitäten registrieren und dann steuernd eingreifen (siehe hierzu Hey u.a. 2009, S. XV). In Gestalt von Tablets und Smartphones begleiten sie die User nun überall hin und in Form von Smart Watches, Smart Clothes, Datenbrillen und demnächst auch Smart Contact Lenses rücken sie ihnen sogar direkt auf den Leib, so dass ihre Träger ständig über GPS lokalisierbar sind und in und außer Haus stets mit Location-based Services versorgt werden können. Mobilcomputer, Wearables und Sensoren werden so zu kontinuierlichen Datenlieferanten und potenziellen Anlaufstellen für von externen Diensteprovidern angebotene Versorgungsservices für jede Lebenssituation.

Es entsteht damit erstmals die Möglichkeit, dass nahezu alle Personen, Gegenstände und Prozesse des täglichen Lebens mit einander vernetzt, über IP-Protokolle operativ gekoppelt und dann zu einem programmierbaren Geräte- und Sensorikverbund integriert werden. Jeder Haushalt wird so zu einem interagierenden System „intelligenter Objekte“ bzw. von „Cyber-Physical Systems“, die mit der Außenwelt kommunizieren und damit zum Bestandteil des „Internet der Informationen, Dienste und Dinge“ als der globalen Infrastruktur für eine „anytime-anyplace-anything connectivity“.[6] Wegen der Menge der anfallenden Daten kann nur ein Teil der Dienste auf dem Objekt selbst ausgeführt werden, alle rechenintensiven Prozesse laufen dagegen bei einem Service-Provider auf einem externen Serversystem bzw. in der Cloud. Aus den fortlaufend registrierten Ereignis- und Sensordaten und mithilfe der automatischen Personen- und Objektidentifikation (AutoID) ermittelt eine „context engine“ einfache Situations- und Umgebungsbedingungen wie z.B. Raum- und Außentemperaturen, Sonnenschein, Zahl der Anwesenden im Raum mit ihren jeweiligen Temperatur-Wünschen und veranlasst, gestützt auf einen „context syntheziser“, Heizung oder Kühlung. Auf entsprechende Weise werden auch Beleuchtung und Lüftung geregelt, bei Brandgeruch und Schadluft wird automatisch Alarm ausgelöst. Das aus der betrieblichen Überwachungstechnik stammende Sicherheitsmodul erkennt über Bewegungsmelder und Gesichtserkennung fremde Personen und veranlasst entsprechende Warnungen.

Die mit „Intelligenz“ angereicherten Gegenstände des „Aware Home“ kommunizieren über ein Multiagentennetz untereinander und managen „in eigenverantwortlicher Kooperation“ gemäß registrierten Gewohnheiten und errechneten Kontexten die gerätebezogenen Alltagsaktivitäten: „Intelligente Objekte organisieren, strukturieren und unterstützen uns in unserem Alltag und in unserer Arbeitswelt.“ Sie verfolgen „wie ein Souffleur permanent

6 Fleisch, Mattern 2005; Mattern 2007; Bullinger 2007; Acatech 2009, S. 10; Acatech 2011; Chaouchi 2010, S. 4 ff.

Situationen und Aktionen“ und schaffen so „ein neues Verhältnis von Mensch, System und Umgebung“. Ausgestattet mit Programmintelligenz, gewinnen sie Macht über die Menschen: „Das Objekt redet mit“. Doch die Intelligenten Gegenstände sollen bei der Kontexterkennung sensibel vorgehen, damit sich die User nicht getrieben oder übergangen fühlen, sie sollen auch Rücksicht auf Nutzer_innen nehmen, die „den Anweisungen nicht sofort folgen, sei es aus Eigensinn, oder weil sie die Anweisungen nicht verstehen.“[7] Der „Eigensinn“ der User hat sich mithin, wenn er Alltagsaufgaben an intelligente Agenten delegiert hat, auch deren Rationalität zu fügen. Die programmierten Dinge erhalten damit aber Fetischcharakter, in dem sie ihre gesellschaftliche Konstruktion und Macht über die Benutzer in der technischen Rationalität der intelligenten Umgebung, der ‚Wolke' der Serversysteme und der verdinglichten Dienstleistungs-Infrastruktur verbergen.

Neben der Agententechologie wurden vor allem die drahtlosen Sensor- und RFID-Transponder-Netze Ausgangspunkt für eine Zusammenfassung von Nutzungsvorschlägen und Dienstekonzepten zu kompletten Komfort-, Gesundheits-, Seniorenbetreuungs-, Energie- und Sicherheitsszenarien in „adaptive eHomes“.[8] Als Vorbilder dienen hier die sich selbst organisierenden Logistikketten sowie hochflexible industrielle Materialfluss- und Prozesssteuerungen, die die ersten Erprobungsfelder des „Internets der Dinge“ bildeten. Wie hierbei die durchgängige Digitalisierung der verschiedenenen Regelkreise die Vollautomatisierung eines Regelungszyklus ermöglicht, soll nun in ähnlicher Weise der Wecker die Rollläden, das Aufheizen und die Kaffeemaschine steuern, der Kühlschrank fehlende Waren automatisch nachbestellen und defekte Geräte nach der Eigenanalyse automatisch den Reparaturservice rufen. Ebenso wird die Waschmaschine selbstätig in Lasttälern zum Niedrigenergiepreis angeworfen, wobei die Wäschestücke automatisch das Programm für ein optimales Waschergebnis wählen und sogar Alarm schlagen, wenn sich in der Weißwäsche eine schwarze Socke befindet.[9] Ermitteln Face Tracking und „Sentiment Analysis“ einen traurigen Gemütszustand, veranlassen sie automatisch eine angenehme Raumbeleuchtung und das Abspielen von Lieblingsmelodien und sorgen so für das seelische Wohlbefinden. Neuerdings werden bereits Systeme zur fortlaufenden Schlafanalyse angeboten, die sich ebenfalls mit Stimmungsleuchten und Audiomedien koppeln lassen.

7 Zitate aus dem acatech-Fokusartikel „Intelligente Objekte in der Arbeits- und Lebenswelt“ von Bockermann, Herzog u.a. 2007.

8 Siehe dazu Fleisch, Mattern 2005 (zum Folgenden S. 11); Mattern 2007; Retkowitz 2010, S. 38 ff.

9 Zu den Zugriffsrechten von Lieferanten und Herstellern zur Kühlschranksensorik siehe Perera u.a. 2014; zu intelligenten Waschvorgängen Hellenschmidt, Wichert 2007, S. 92.

Wie seit Jahrzehnten in den Electronic bzw. Intelligent Home-Projekten üblich, werden noch immer die meisten Anwendungsszenarien und –konzepte für das „Smart Living“ aus Gerätefunktionen synthetisiert und, wenn überhaupt, im überwiegend männlichen Entwickler-Team im Labor oder Modellhaus „praktisch“ erprobt. Da die Eigenintelligenz der Dinge jeweils auf einen relativ engen Beobachtungs- und Aktionsradius eingeengt ist, lässt sich ein Alltagsbereich nur durch eine Vielzahl interagierender Smart Objects informatisch abbilden. Aufgabe des Systementwicklers ist es daher, automatische und manuelle Services und Geräte zu „sinnvollen Abläufen“ zu verknüpfen, wobei sich die „Orchestrierung der Prozesse“ „klar definierter und abgegrenzter Bausteine“ bedient, die sich varieren und wiederverwenden lassen. (acatech 2009, S. 19). Komplexere Überwachungs- und Steuerungsaufgaben sollen dann durch die Kombination mehrerer Sensor-Ensembles und Smart Spaces sowie mit Hilfe kontinuierlicher Auswertungen von Smart Meter-Informationen des häuslichen Energieverbrauchs realisiert werden. So lassen sich anhand der gerätespezifischen Elektrizitätssignale relativ detaillierte Aktivitätsmuster herausfiltern und bei längerer Beobachtung sogar individualisieren bzw. personalisieren. Läuft etwa bei älteren Menschen der Herd über mehreren Stunden, so wird automatisch eine Hausinspektion veranlasst. In Verbindung mit einem tragbaren Computer und körpernahen funkvernetzten Sensoren können auch permanent die Vitalparameter gemessen werden, so dass aus einem Arrangement von Smart Objects, Sensoren, Transpondern, Kontext-erkennender Auswertungssoftware und einem Telemonitoring-System ein „Persönlicher Gesundheitsassistent“ bzw. ein „Elektronischer Hausarzt“ generiert wird (Herzog, Schildhauer 2007, S. 37 ff.). Durch die Kombination des Digitalmodells des aktuellen Körperzustands mit der Datenhistorie der gelieferten und verzehrten Lebensmittel soll das „Health Environment“ sogar zu einem „Persönlichen Ernährungsberater“ ausgebaut werden, der ein lohnendes Betätigungsfeld für neue Geschäftsmodelle („Bonus/Malus-Programme“) zu werden verspricht (Herzog, Schildhauer 2009, S. 39).

Eine noch viel weitergehende Erleichterung des Alltagslebens erwartet man von der durchgängigen Integration der Smart Homes in das „Internet der Energien, Dinge und Dienste“. Im „Energienetz 2.0“ erhielten Energie-dienstleister und Hausgeräteanbieter die Gelegenheit über den Zugriff auf hochaufgelöste Smartmeter-Daten Energieverbrauchsprofile zu erstellen und diese über hochvariable lastabhängige Tarifangebote, automatische Fernsteuerung stromintensiver Geräte und Hinweise auf energieeffizientere Produkte zu optimieren. Die über die Stromverbrauchs-Analytik gewonnenen Erkenntnisse über häusliche Lebensstile wie auch die Internet-Verknüpfung der Hausgeräte, der Heizung und des Sicherheitssystems sollen Herstellern,

Handwerkern und Service-Unternehmen völlig neuartige Dienstleistungen eröffnen, die über Software- und Hardware-Updates, Fernwartung und zusätzliche Services eine intensivere Kundenbetreuung und Kundenbindung bewirken. Ein weitaus höheres Potenzial wird aber im Anschluss der „Intelligent Homes " an die „Smart City" gesehen, da mit nahtlos integrierten Computern, Smartphones und Sensoren intelligente Dienstleistungen beim „geführten Einkaufsbummel" und im Berufsverkehr verfügbar würden. Die spontan interagierenden IT-Geräte und überall in der Stadt verteilten Sensoren registrieren dabei alle Ereignisse und organisieren mit Hilfe von „Event-Composition and Management"-Methoden kontextbewusst die Abläufe. So könnte etwa die intelligente Verkopplung des Wecksystems mit Wetter- und Verkehrsbericht bei plötzlicher Schlechtwetterlage und weiträumigen Verkehrsstaus automatisch die Weckzeit vorverlegen und eine alternative Route ermitteln, ein Vorschlag, den Promotoren von „Web-oriented Smart Homes" schon seit langem immer wieder bemühen. Ebenso wäre durch die eHealth-Smart City-Verbindung ein kontinuierliches Vitaldaten-Monitoring und automatische Notfallerkennung auch außerhalb des Wohnbereichs möglich (siehe z.B. Cerf 1997; Buchmann 2007; Durham 2013).

Hauptzielgruppe der Informatisierung der Alltagswelt sind seit Jahren vor allem alte, kranke und behinderte Menschen. Anfangs als Spezialanwendung des „Internet der Dinge" betrachtet, rückte das „Ambient Assisted Living" bald in das Zentrum von proaktiven eHome-Projekten. Denn angesichts des drängenden Problems des demografischen Wandels und der zunehmenden Singularisierung älterer Menschen wird hier am ehesten ein Wachstumsmarkt für Cyber-Physical-Systems, Smart Home-Umgebungen und Home-Services erwartet, zudem verspricht die Substitution menschlicher Pflegeleistungen durch Assistenzsysteme eine Entlastung der Pflegekassen (Chan u.a. 2008; acatech 2009, S. 29; acatech 2011, 14, 22 f.). Schließlich stoßen technische Dauerüberwachung mit einer „Sensors everywhere data infrastructure", die permanente Registrierung von Körperzuständen und Zugriffe von Dienstleistern und Versorgungsinstitutionen auf persönliche Kalender und sensibelste Daten bei hilflosen Menschen anscheinend auf die geringsten Vorbehalte (Siehe Hey u.a. 2009; Knab u.a. 2010). So sinnvoll und willkommen einzelne technische Unterstützungen auch sein mögen, so problematisch erscheinen jedoch manche auf Totalüberwachung alter Menschen ausgelegte AAL-Systemkonzepte. Die ganze Problematik der proaktiv fürsorgerischen Informatik zeigt sich aber vollends erst bei einer Verallgemeinerung des Leitbildes des informatisch umfassend betreuten Menschen. Denn dann würde sich vielleicht sehr bald herausstellen, dass eine immer weiter getriebene Entlastung des Menschen durch eine intelligent gesteuerte

Lebenswelt, in der den Bewohnern alle Wünsche aus den Sensordaten und den maschinell ermittelten Verhaltensmustern abgelesen werden und die dabei anfallenden Daten in fernen Cloud-Speichersystemen landen, schnell in eine hochtechnisierte Unmündigkeit umschlagen könnte.

Informatiker als Architekten des digitalen „Gehäuses der neuen Hörigkeit"

Das proaktive Wissenschaftskonzept der Informatik wurde zwar von internen Forschungsfragen und neuen Lösungsansätzen vor allem der HCI- und UbiComp-Community angestoßen, doch seine Agenda wird wesentlich von Akteuren außerhalb der Computer Science bestimmt. Hier sind im letzten Jahrzehnt vor allem die großen IT-Konzerne und staatlich-militärisch-geheimdienstliche Instanzen die Haupttreiber eines globalen „Data Collecting and Data Mining", mit dem nach der physikalischen Vermessung der Welt nun die digitale Erfassung der Welt vorangetrieben wird. Das globale Verdatungsprojekt geht in der wissenschaftsexternen Agenda einher mit dem Bestreben, die in den selbstorganisierten PC-WWW-Web 2.0-Kulturen entstandene 'Unordnung' durch eine Rezentralisierung der sozialen Architektur des Internet wieder unter Kontrolle zu bringen. Am energischsten wird die Kombination von Technologien zur Erfassung der Welt, zur Auffindung und Gewinnung von Wissen mit Hilfe von Data Mining- und Machine Learning-Algorithmen sowie zur Rückverlagerung der Datenverarbeitung und –speicherung in zentrale Serverkonglomerate von IBM, Microsoft, Apple, Amazon, Google, Facebook und Yahoo als das zukünftige Leitkonzept der IT-Welt propagiert.[10] Dabei wird das Projekt einer IT-Komplettversorgung aus zentralen Datenbanken am intensivsten von den aus studentischen Ingroup-Plattformen hervorgegangenen Startup-Firmen betrieben, die sich durch permanente Ausweitung des Erfassungsradius schnell zu hegemonialen Informationsinfrastrukturen mit Weltbeglückungs- und Monopol-Anspruch entwickelten.[11]

So wurden die Google-Gründer von der Vision geleitet, die gesamte Information der Welt in einer einzigen, an das Web angeschlossenen Datenbank ‚einzusacken' und das gesammelte Weltwissen dann in Form einer „information prostethic" bzw. eines „brain appendage" weltweit verfügbar zu

10 Zur Entstehung der Cloud-Architektur und zur Mystifikation der Rezentralisierungsstrategie im Cloud-Begriff siehe Hellige 2012b; IBM propagiert dieses Technologiebündel unter dem Leitbegriff „Cognitive Computing", siehe Kelly, Hamm 2013, S. 5-22.

11 Der Umschlag von einem studentischen Selbstversorgungs- und Weltbeglückungssystem in einen Weltmonopolanspruch lässt sich auch bei Bill Gates und Ted Nelsons „Docuverse" beobachten.

machen.[12] Sie begannen mit der Realisierung ihrer Vision eines allwissenden dynamischen Weltregisters, das das entstandene Informations-Chaos durch die Spiegelung des Webgeschehens in „giant server farms“ sowie durch die Registrierung, Verschlagwortung und Verlinkung aller Personen und Objekte für gezielte Suchprozesse beseitigt. Damit übernahm ein zentraler Infrastruktur-Dienstleister die infolge immer komplexerer Informationsbestände, Objektwelten und Beziehungsnetze zunehmend mühsamere schrittweise Informationssuche. Das Programm einer Erschließung der globalen Information wurde dann fortgeführt in einer Forschungsbibliothek (Google Scholar), einer digitalen Weltbibliothek (Google Books), einer allerdings gescheiterten Universalenzyklopädie (Google Knol) und einem Weltatlas (Google Maps). Mit dieser Webdienstpalette griff Google das von Leibniz initiierte aufklärerische enzyklopädische Programm einer Katalogisierung und logischen Beschreibung der Welt sowie einer Universalbibliothek und –enzyklopädie wieder auf, freilich nicht als ein gesamtgesellschaftliches Projekt, sondern in Form der privatwirtschaftlichen Aneignung und kommerziellen Verwertung des Digitalmodells der Welt, gleichsam als ein börsennotiertes „World Brain“. Dessen Kommerzialisierung wurde auch der entscheidende Anlass für eine immer weiter vorangetriebene digitale Erfassung von Lebenswelten.

Die Idee einer Organisation der globalen Information in einer weltweit zugänglichen Datenbank wird bei Google nämlich eng verknüpft mit automatisch assoziierten Waren- und Dienstleistungsangeboten, die im Interesse eines zielgenauen Marketing mit Hilfe von Trackings-, Registrierungs- und Identifikationsmethoden auf die jeweiligen Informationssucher zugeschnitten werden. Über das Gesuchte hinaus sollen die User künftig, so der Google-Chef, auch proaktiv mit Informationen überrascht werden, von denen sie selbst nicht wissen, dass sie haben wollen und, ohne auf Fragen zu warten, den Nutzern raten, was sie sie als nächstes tun sollen.[13] Mit dem Bemühen um eine optimale individualisierte proaktive Informationsversorgung arbeitet sich die algorithmische Erfassung und Ausforschung der Menschen immer weiter in deren Lebenswelt vor und spannt so einen großen Bogen von intelligenten Suchwerkzeugen zur rechnergestützen kommerziellen Lebensberatung und Verhaltenssteuerung. Google möchte langfristig der Service-Provider für die Alltagslogistik mit lückenloser Lieferkette werden und

12 Siehe hierzu besonders Levy 2011, S. 232, 347 („Even before Google was Google, in fact, Larry Page had been thinking about that knowledge as an adjunct to the web, humanity's outpourings corralled into a single database that, of course, you could search.“); siehe auch die Einordnung der Google-Projekte in die Geschichte der Wissensmedien bei Hillis ua. 2013 Kap. 3-5.

13 Siehe Weiss 2009, S. 19 („behavioral targeting and marketing“); Eric Schmidt im Interview, Jenkins 2010.

macht damit das datenbasierte Assisted Living and Consuming zum Leitziel seines Geschäftsmodells. Mit dem Google Health-Dienst zur Speicherung von persönlichen Gesundheitsprofilen und elektronischen Patientenakten und mit Google PowerMeter wagte sich die Firma bereits auch auf den eHome-Sektor vor, zog sich aber wegen mangelnder Nachfrage schon nach wenigen Jahren wieder zurück. Doch über das Android @Home-Projekt, das die Steuerung aller internetfähigen Hausgeräte und –einrichtungen (Licht, Thermostaten, Musikgeräte usw.) per Android-Smartphone ermöglichen sollte, peilte die Firma weiterhin den Home Automation-Markt an, wenn auch zunächst ohne viel Erfolg.

Nicht nur im häuslichen Umfeld, sondern überall, wo sich ein Benutzer hinbegibt, will Google gemäß seiner Universalstrategie („Googlization of Everything“) künftig wissen, wer er ist, wo er sich befindet, wer seine Freunde sind und welche Möglichkeiten zur Erfüllung seiner Bedürfnisse und Wünsche an diesem Ort bestehen (Vaidhyanathan 2011; Google-Chef Eric Schmidt nach Jenkins 2010). Der Verwirklichung dieser Ziele dient Googles Geodatenpolitik und die Verknüpfung der Suchinformationen mit Lokalisierungsdaten und GPS-Positionen. Durch den Erwerb des mit CIA-Unterstützung gegründeten Webdienstes „Keyhole“ erhielt die geographische Information von Google Maps eine bis dahin Militärs vorbehaltene Überwachungsperspektive, die dank der feineren Auflösung der Ballungsgebiete jedermann Einsicht in alle Wohnumgebungen aus der Vogelperspektive gestattet. Mit dem Zusatzdienst Google Streetview rückt die Geodatenerfassungsstrategie noch enger an die Wohnbereiche heran, wobei teilweise sogar Personen, Autokennzeichen, WLAN-Netze und private Details mit erfasst wurden. Dadurch wurde eine weltweite Transparenz privater Wohnwelten geschaffen, die den kommerziellen Zugriff erleichtert und zugleich die öffentliche Neugier auf Kosten privater Schutzbedürfnisse bedient. Den nächsten Schritt zu Innenansichten von Wohngebäuden plant Google offenbar mit dem „Project Tango“, bei dem die User mit einem mit Trackingsensoren ausgestatteten Smartphone 3D-Modelle von Wohnräumen erstellen sollen, die sich dann für Möbeleinkäufe, Handwerker usw. verwenden lassen, mit denen die Firma aber zugleich detalliertes kommerziell verwertbares Datenmaterial über Wohnungsausstattungen und Wohnstile erhielte. Eine Reihe von personenbezogenen Diensten erweiterte die Materialbasis für Googles „Large-Scale Data Mining“ Big-Data-Geschäftsmodell im Privatbereich deutlich, so Gmail, Google Calendar, das Termine und Mobilität integrierende Koordinationstool Google Now, das soziale Netzwerk Google+ und vor allem die Google-Cloud-Plattform, in denen alle Eingaben automatisch für kontextbezogene Werbung und für die Nutzung zu Marketingzwecken durchsucht werden. Die enge Anbindung der großenteils mit dem Google-Betriebssystem Android arbeitenden Smartphones und

Tablets an die Google-Cloud macht diese dabei automatisch zu permanenten Datenlieferanten.

Einen noch weitaus direkteren Zugriff auf individuelle Lebenswelten plant die Firma mit der Cloud-basierten Datenbrille „Google Glass“. Mit dieser Lifelogging-Technologie (vgl. Selke 2010) erhielte sie potentiell Einblicke in privateste Alltagsereignisse, Lebensgewohnheiten und Personenbeziehungen und würde damit über ein unendliches Datenreservoir an Lebensläufen für die Big Data-Analytik und kommerzielle Verwertung verfügen. Die Kombination mit der Gesichtserkennung, bei der die Firma über weitgehende technische Möglichkeiten verfügt und die sie auch bereits in eingeschränkter Form als Zusatzdienst „Find my Face“ zu Google+ angeboten hat, könnte sich sogar ein ubiquitäres Überwachungsinstrument ergeben.[14] Mit dem als universelle Datenschnittstelle und Gerätesteuerung einsetzbaren multisensorischen Interface scheint Google nun auch gezielt, wie es eine äußerst weitreichende Patentanmeldung (US Patent Application 20130069985) auf die Steuerung von Haushaltsgeräten und erste prototypische Anwendungen (Thermostatsteuerung, Energieverbrauchsanzeige, Google-Health-Neuauflage) vermuten lassen, sein bisher wenig erfolgreiches Engagement in der Home Automation zu forcieren. In den Nutzungsszenarien tauchen bereits viele Wandermythen der Intelligent Home-Community der letzten Jahrzehnte wieder auf, doch mit dem Versprechen, dass die durch bloßen Blickkontakt problemlose Geräteansteuerung und die durch automatisch eingeblendete Augmented Reality-Menus, Gesten- und Sprachsteuerung drastisch vereinfachte Bedienung diesmal zum Erfolg führe. Damit erhielte Google sowohl das Potenzial für die Realisierung des Ubiquitous Computing in Verbindung mit dem Ubiquitous Advertising als auch zu einem „system of almost universal surveillance“ (Vaidhyanathan 2011, S. 111).

Während sich Google schrittweise von der digitalen Erfassung der Objekte, Bewohner und Räume der Welt zur privaten Lebenswelt vorarbeitete, betrieb Facebook die vertikale Integration von Webdiensten in umgekehrter Richtung. Es begann als Soziales Netzwerk, das sich durch Hinzufügung eines Maildienstes, einer eigenen Betriebssystemssystemvariante (Facebook Home), einer Personensuchmaschine, einer Medienplattform und von Cloud-Services zu einem eigenständigen Netz im Internet entwickelte. Die Firma verfolgt mit einem ähnlichen Totalitätsanspruch das Ziel, möglichst alle privaten Lebensereignisse und Beziehungen sozialer Netzwerke in Gestalt von Aktivitätsprotokollen („Newsfeed“) kontinuierlich aufzuzeichnen, dauerhaft zu speichern, sie weltweit transparent und kommerziell verwertbar zu machen.

14 Eric Schmidt fand es in einem Interview faszinierend, wenn Google einem User sagen könne, wer eine beliebige fotografierte Person ist, vor allem Polizisten wären begeistert, siehe Claburn 2009.

Über die Gefällt-Mir-Buttons in Verbindung mit immer aufdringlicheren Cookies ist das Soziale Netzwerk engstens mit der Waren- und Dienstleistungswelt verklammert und fungiert so als ein allgegenwärtiges Instrument zur Erforschung des Konsumverhaltens und der Nutzerwünsche. Auch hier werden über eine Sammlung und Auswertung der „digital footprints“ der User mit Hilfe von semantischen Suchmaschinen, Data Mining- und KI-Methoden differenzierte Persönlichkeitsprofile und Verhaltensmuster extrahiert und zu Megaprofilen bzw. zu Dossiers zusammengefasst. Die dabei verwendeten Data Mining-Tools und die integrierte automatische Gesichtserkennung werden sogar teilweise als Nutzerdienste vermarktet, so im „Minor Monitor“ zur Überwachung der Facebook-Aktivitäten von Kindern und im Freundefinder („Data Mining für jedermann“). Mit dem „Timeline“- bzw. Lebenschronik-Dienst hat Facebook die Nutzerprofile zu einer Memories for Life-Technologie ausgeweitet und damit eine der „Grand Challenges of Informatics“ in Form eines kommerziellen Massendienstes realisiert. So sind Konditionierungsmedien mit suggestiver Wirkung entstanden, die Kommunikationsbedürfnisse bedienen, Gruppenidentitäten stärken, die Benutzer über das „Freunde“-Sammeln zu einem ständigen Selbstvermarktungswettbewerb motivieren und dabei stets die Illusion einer privaten Clubhouse Mentality und unverfälschten Social Web-Kultur nähren und so die kommerzielle Überwachung und Registrierung vergessen lassen.

Denn neben der vom User selber eingegebenen, immer wieder veränderten Dokumentation der Historie seiner eigenen Lebenswelt entsteht eine weitaus umfassendere dauerhaft gespeicherte Sammlung seiner digitalen Lebensspuren und Sozialbeziehungen im Hintergrund, die sich seiner Einsicht und Kontrolle entzieht und über deren unbegrenzte kommerzielle Nutzungsrechte der Konzern verfügt (Fuchs 2010). Er kann sich dabei auch auf ein reichhaltiges informatisches Instrumentarium zur Analyse informeller Gruppenbeziehungen und Sozialer Netzwerke stützen, die ein umfassendes „Mining Social Media“ (Atzmüller 2012) ermöglichen. Durch die Verknüpfung des „Social Graph“ aller Beziehungsnetze mit den Interessen und Mustern des Verbrauchsverhaltens will die Firma am Ende mit dem „Open Graph“ ein umfassendes Soziogramm der Welt mit detaillierter Nachfragestruktur schaffen und so die Utopie einer Internet-basierten Weltverbrüderung in Gestalt eines globalen Konsumentennetzwerks realisieren (‚Konsumenten aller Länder vereinigt Euch!‘), in dem auch alle trennende Privatheit aufgehoben ist.[15] Wie bei Google entstand auch bei Facebook durch die Kombination vieler informatischer Innovationen und die Verkettung bereichsspezifischer Service-Plattformen eine hegemoniale Web-Infrastruktur, die durch die sukzessive Erfassung von Lebenswelten

15 Siehe dazu das bekannte Diktum von Marc Zuckerberg „Privacy Is No Longer A ‚Social Norm‘“.

allmählich die Datenbasis für das ubiqitäre Computing bereitstellt und sich damit zugleich als eine umfassende Kundendatenbank und Lifestyle-Wissensbasis für die gesamte Wirtschaft anbietet.

Das datenaggregierende und datenanalytische Computing-Konzept hat in Verbindung mit dem „Infrastructural Imperialism" weniger Global Players der IT-Branche (Vaidhanathan 2011, S. 107 ff.) und der generellen Rezentralisierung der sozialen Architektur des Internet einen grundlegenden Strukturwandel der Internet-Öffentlichkeit angestoßen. Das in der dezentralisierten Internet-Kommunikation des World Wide Web mit dem „Wiedereinzug interaktiver und deliberativer Elemente in einen unreglementierten Austausch" zeitweise entstandene Gegengewicht zu dem „anonymen und asymmetrischen Charakter der Massenkommunikation" wird nun zunehmend von einer neuen „Refeudalisierung" der computergestützten Kommunikation unterminiert.[16] Durch die vertikale Integration von Internetdiensten (Browser, Suchmaschine, E-mail usw.), Hardware (Smartphone, Tablets, Kindle), Betriebssystem, Büro- und Freizeitsoftware und Kommunikationsforen für soziale Netzwerke zu kompletten Infrastruktur- und Software-Plattformen haben die IT-Giganten Google, Facebook, Yahoo, Amazon und Microsoft den öffentlichen Raum Internet mit privatwirtschaftlichen Einflusszonen bzw. Territorien durchsetzt. Aus den von der Informatik konzipierten Software-Architekturen, -Tools und -Systemen sind übermächtige Infrastrukturen hervorgegangen, die ständig neue Social Web-Initiativen und Apps ihren Plattformen einverleiben und diese dadurch immer mehr zu geschlossenen Welten arrondieren, die die Benutzer nach Möglichkeit gar nicht mehr verlassen sollen.

Mit der Hinzufügung von Cloud-Diensten im letzten Jahrzehnt streben sie sogar unter der Parole des Endes des „Personal Computing Era" eine Rückverlagerung der gesamten Datenverarbeitung und –speicherung von den dezentralen Endsystemen in ihre zentralen Serverfarmen an und würden damit wie in den Zeiten des Mainframe-Computing die volle Kontrolle über die User erlangen. Denn die Benutzer begeben sich hier völlig in die Obhut eines externen Cloud-Service-Providers, der, einem Feudalherren gleich, die technischen, ökonomischen und vor allem rechtlichen Nutzungsbedingungen bestimmt. Über die Software könnten diese sogar immer stärker auch Lebensdauer und Nutzungsrechte von Geräten und Interfaces zeitlich begrenzen und reglementieren, wie es bei E-Books schon jetzt geschieht. Die Digital Naïves nehmen im Gegensatz zu Kontrollen durch Personen oder Bürokratien die mit der Nutzung einhergehende maschinelle Verhaltensbeobachtung und –Registrierung im Hintergrund kaum ernst. Sie nutzen, getrieben von immer schnelllebigeren IT-Produkten und Contentangeboten, die Plattformen als Selbstdarstellungs- und Selbstorganisationsbühnen und spielen so nebenher die ihnen zugedachte Rolle als Konsumenten und Datenlieferanten. Ohne sich über die Folgen eines möglichen Verlustes der Datenhoheit zu kümmern, speichern sie aus Bequemlichkeit und Kostenersparnis persönlichste Daten ihrer Lebenswelt in den Clouds der IT-Konzerne und geben damit die einst durch den PC erreichte Souveränität zugunsten eines Quasi-Lehensverhältnisses wieder preis. Sie nehmen mit der Verschiebung der Machtbalance zwischen den beteiligten Netzakteuren auch die zunehmende Asymmetrie der Transparenz im Cloud Computing in Kauf. Denn um in den Genuss der radikalen Vereinfachung des Computing und proaktiven Umsorgung zu gelangen, muss der User die Ausforschung aller seiner vertraulichen Daten, Anwendungen und Kontexte zulassen, ohne selber den geringsten Einblick in deren Verwendung, Speicherung und kognitive Verarbeitung zu erhalten, denn diese geschehen ja, so muss er blind vertrauen, ihm zum Nutzen und zur Entlastung in der „Wolke" (ausführlich dazu Hellige 2012b).

16 Habermas 1965, S. 233 f.; Habermas 2008, S. 161; Meinrath u.a. 2011, S. 423 ff.; Narayanan 2013.

Das Tauschgeschäft Bequemlichkeit, Komfort und Kostenlosigkeit bzw. geringe Gebühren gegen Abhängigkeit von einem Provider und Preisgabe der Privatsphäre zur kommerziellen Verwertung blieb aber nicht auf die Großen der IT-Branche beschränkt. Datengetriebene Geschäftsmodelle und das „concept of feudalism" haben in großen Teilen der Wirtschaft Fuß gefasst. Für eine Senkung von Investitionsrisiken und eine dauerhafte Kundenbindung beanspruchen Unternehmen immer genauere Kenntnisse über die Verbrauchsgewohnheiten und Lebensstile und maßen sich gegen Rabatte und kleine Vergünstigungen immer tiefergehende Data Mining-Schürfrechte im Privatbereich der Kunden an, um mit ihrer Auswertung und mit Hilfe eines reichhaltigen informatischen Instrumentariums von Personalisierungs-Technologien eine „customer loyalty by building a meaningful one-to-one relationship" aufzubauen.[17] Im künftigen E-Commerce sollen dann Multimedia- bzw. Smart-TVs als intelligente interaktive Werbe- und Bestellmedien die Schlüsselrolle bei der Kundenausforschung und Kundenbindung übernehmen. Mit dem anvisierten Aufbau des „Internet der Dinge" und des „Internet der Energien" kämen noch weitere Beobachtungsfelder hinzu, mit denen die IT-Kolonialisierung der alltäglichen Lebenswelt noch viel weiter vorangetrieben werden könnte (Greenfield 2006, S. 33). Der permanente Datenzugriff auf die privaten Lebensräume der Verbraucher, auf ihre Vorlieben, Gewohnheiten und Einstellungen ist aber bereits jetzt zu einer Kernstrategie des IT-gestützten Marketing geworden und droht in eine allgemeine „culture of surveillance"

17 So der IBM-Forschungsmanager Doug Riecken, zit nach Adomavicius, Tuzhilin 2005, S. 84, allgemein hierzu siehe Lyon 1994, Kap. 8 („The Targeted Consumer"); Langheinrich 2007, bes. S. 245 ff.

(Pecora 2002) und eine Ökonomie mit neofeudalen Zügen zu münden. Ein großes Hindernis auf diesem Wege sind allerdings noch die Grenzen der etablierten relationalen Datenbanktechnologie bei der Bewältigung der entstehenden heterogenen Datenmengen. Die Informatik bemüht sich jedoch nach Kräften, nachdem sie schon die Architekturen und Instrumentarien der Data Warehouse- und Cloud-Technologie bereitgestellt hatte, auch die Methoden für die Strukturierung und statistische Datenanalytik des riesigen unstrukturierten Big-Data-Haufens zu liefern, damit die Wirtschaft „die Zusammenhänge in den Daten zu verstehen und gewinnbringend zu nutzen" vermag (Klein u.a. 2013, S. 321).

Parallel zu den „Full Take"-Aspirationen der Wirtschaft etablierte sich ein ebenfalls US-dominiertes staatlich-geheimdienstliches Überwachungssystem, das sich sehr bald der Datenbestände der kommerziellen Erfassung und Analytik und insbesondere der detaillierten Personendaten und sozialen Netzwerkanalysen bediente. Ohnehin haben sich kommerzielle und geheimdienstliche Ausforschung und Überwachung der Internet-Nutzer mit den Stichwort- und Dossier-basierten Such-, Filterungs- und Auswertungsmethoden, den Spähsoftwaretechniken, mit dem Data-Mining, der Lokalisierung, den Bewegungsprofilen und den biometrischen Erkennungsverfahren immer weiter einander angenähert. Beide versuchen aus der heimlichen Beobachtung und Erfassung von Versatzstücken von Alltagsereignissen und –situationen zuverlässige Verhaltensbewertungen und –prognosen rechnerisch zu ermitteln. Seit einigen Jahren hat sich auch teils unfreiwillig, teils geduldet eine regelrechte Arbeitsteilung bei der Erfassung der Welt und der „Knowledge Discovery in Databases" entwickelt (Fuchs 2013). Bei der wissenschaftlichen und praktischen Entwicklung der ,,Big-Data-Analytik" bahnt sich offenbar sogar eine Kooperation an, da beide vor dem großen Problem stehen, das immense unstrukturierte Datenaufkommmen aus Mails, mobiler Kommunikation, Social Networks, Clouds und verteilter Sensorik derart für die kognitive Analyse aufzubereiten, dass sich daraus „predictive insights" und harte Fakten für die Entscheidungsfindung in Wirtschaft und Staat gewinnen lassen.[18] So verstärken sich durch den „Big Switch" (Carr 2008) zu Big Data-Analytik und Cloud Computing Big Business und Big Government wechselseitig und verwandeln gegen die Zusicherung von Bequemlichkeit, Komfort und Sicherheit das Internet in eine „ideale Überwachungsplattform". Machtzentren in Wirtschaft und Staat erhoffen sich vom „Age of Big Data"

18 McQueeney 2013, S. 19 („The challenge for business and government alike is to transform latent data into meaningful, actionable information. This factual, analytic decision making can revolutionize industries and help society successfully address challenges such as energy conservation, health care, and transportation, as well as rooting out waste, fraud and abuse.")

und seiner auf hochzentralisierten Erfassung- und Auswertungsmaschinerien und immer ausgefeilteren „Large-scale Data Mining"- und Machine-Learning-Techniken beruhenden radikal neuen „Knowledge Infrastructure" eine Realzeiterfassung des Weltzustandes in Form eines tiefgestaffelten digitalen Abbildes, das vielleicht sogar informatische Modellbildungen ersetzen und ein zielgenaues „data-guided management" ermöglichen könnte (Zeger 2012, S. 5.; Lohr 2012; Bollier 2010, S. 1 ff.).

Der Fokus auf die extensive Sammlung und systematische Auswertung großer Datenmengen ist strategisch gekoppelt mit einer massiven Förderung des Supercomputing und des Data Intensive-Cloud Computing. Die Daten-Explosion soll durch einen Technologiesprung von Petascale zu Exascale Computern und eine Hochkonzentration in wenigen Megaclouds bewältigt werden. Gigantomane Szenarien setzen auf eine maximale Ausschöpfung von skalenökonomischen Größensteigerungen bei Supercomputern und Serverclustern sowie auf eine Vereinheitlichung aller informationellen Infrastrukturen in einer „All-over-IP-Superinfrastruktur". Beflügelt von informatischen Allmachtsphantasien, sehen einige IT-Strategen die Zukunft gar wieder ähnlich wie einst in den Anfängen der Mainframe-Ära in nur fünf Supercomputer-Cloud-Konglomeraten weltweit bzw. wie im IBM-Kittyhawk-Programm gar in einem einzigen massiv-parallelen Exascale-Serversystem, das die gesamte Information und Kommunikation des Internet speichern, verarbeiten und kontrollieren könnte.[19] Diese Planungskonzepte gehen konform mit den monopolistischen Total Systems- und All-in-one-Strategien bei Betriebssystemen („Android-Zeitalter"), Internet-Plattformen und Sozialen Netzwerken. Ebenso mit den digitalen Weltprojekten einer Weltdatenbank (Google), eines Weltwarenhauses (Amazons „Everything Store") und eines globalen Personenregisters bzw. Personalinformationssystems (NSA). Eine derart in einem hochzentralisierten „Internet der Informationen, Dienste, Dinge und Energien" konvergierende Superinfrastruktur würde nicht nur zu einer die Vielfalt technischer Entwicklungspfade und Medienkulturen einebnenden technologischen Schließung führen, sie würde auch die Erfassung und Kontrolle der globalen Information und Kommunikation von wenigen Zentren aus wesentlich erleichtern und eine die Demokratie gefährdende Machtkonzentration in der Internet-Öffentlichkeit nach sich ziehen.

Ganz ihrer algorithmischen Rationalität und ihrem Effizienzdenken verpflichtet, schufen und schaffen Informatiker die informatischen Architekturen und algorithmischen bzw. kognitiven Systeme für dieses digitale Gehäuse der neuen Hörigkeit, das als neue Form des von Max

19 Siehe die Szenarien von Sun (Papadopoulos 2006) und von IBM (Appavoo u.a. 2008 und 2010).

Weber diagnostizierten „stahlharten Gehäuses“ der kapitalistischen Güterverversorgung, der „modernen, an die technischen und ökonomischen Voraussetzungen mechanisch-maschineller Produktion gebundenen, Wirtschaftsordnung“ eine „zunehmende und schließlich unentrinnbare Macht über den Menschen“ gewinnt. (Weber 1905/1973, S. 188 f.). Denn die Regeln der Nutzung bestimmen nicht die Informatiker, sondern immer mächtiger werdende Oligopole und gesellschaftliche Instanzen, die nach und nach die soziale Architektur des Internet beherrschen. So beginnt die Befreiung von der Herrschaft programmierter Automaten und der Massenmedien zu einem selbstbestimmten persönlichen Mediengebrauch und einem selbstorganisierten Informationsaustausch durch eine immer weiter fortschreitende kommerzielle Durchdringung von Gesellschaft und Lebenswelt, durch eine staatlich-geheimdienstliche Dauerbeobachtung der individuellen und kollektiven Medienaktivitäten und eine ausufernde Datensammlung und -analytik in neue Herrschaft umzuschlagen. Aus dem „subversiven Prozess“ mediengestützter Selbstorganisation droht durch eine fatale Dialektik der informationellen Aufklärung statt der erträumten globalen Agora ein „feudalized space“ hervorzugehen, ein aus wirtschaftlichen und staatlichen Machtzentren berechenbarer und kontrollierbarer sozialer Raum, der sich über die „Home Automation“ und das „Internet der Dinge und der Energien“ sogar noch bis in den innersten Privatbereich ausdehnen könnte.[20]

Informatiker als Medien- und Systemgestalter für selbstbestimmte Lebenswelten

Die große Divergenz zwischen Intention und Folgen informatischen Handelns sollte Anlass sein, die Agenda der eigenen Disziplin zu überprüfen und die sie bestimmenden Paradigmen und Leitbilder zu hinterfragen. Die folgenden Thesen sollen hierzu aus der Sicht eines Informatikhistorikers und Technikgeneseforschers einige Anregungen geben, über Alternativen zu der sich abzeichnenden technologischen Schließung und soziotechnischen Verkrustung weiter nachzudenken.

I. Computer- und Softwaresysteme sind in hohem Maße riskante Systeme mit immer größeren Wirkungspotentialen. Die Informatik sollte angesichts der zunehmenden kommerziellen Menschenausforschung und der von Edward Snowden aufgedeckten massenhaften Missbräuche und Missbrauchspotentiale von Internet- und Data Mining-Technologien von der generellen Unschuldsvermutung in die von ihr geschaffenen

20 Siehe hierzu meine Anknüpfung an Wolfgang Coy in Hellige 2012a; Schneier 2012; Meinrath u.a. 2013; Narayanan 2013.

algorithmischen und kognitiven Systeme Abschied nehmen. Informationstechnische und informatische Architekturen und Systeme wirken immer im Rahmen von sozialen Architekturen des jeweiligen Gesamtsystems. Sie können die Machtbalance zwischen den System- bzw. Netzinstanzen zugunsten bestimmter Akteure verschieben, dabei die Kontroll- und Interaktionsmöglichkeiten ungleich verteilen und die symmetrische oder asymmetrische Transparenz begünstigen. Informatiker_innen sollten sich deshalb stets die „cui bono?“ -Frage stellen und bedenken, inwieweit die informatische wissenschaftsinterne Agenda über „funded opportunities“ vom wissenschaftsexternen „Agenda setting“ beeinflusst ist und dadurch den immer deutlicher werdenden zentralisierenden Strukturwandel der Internet-Öffentlichkeit noch verstärkt. Dies ist besonders vordringlich bei dem derzeit technologiepolitisch massiv geförderten IT-Strategiebündel Cloud Computing, Data Mining und Big Data-Analytik, da diese die Abschöpfung von Informationen und Wissen durch zentrale wirtschaftliche und staatliche Instanzen drastisch erleichtern und diese durch die Zusammenführung von diversen Datenräumen über ein derzeit noch kaum absehbares Überwachungs- und Kontrollpotenzial verfügen.

II. Statt mehrheitlich weiterhin bewusst oder unbewusst der Vision einer berechenbaren und programmierbaren Welt zu folgen und sich unreflektiert von großtechnischen Szenarien einer Konvergenz aller informationstechnischen Netzwerke und Medien zu einem allumfassenden „Internet of Everything“[21] leiten zu lassen, sollten Informatiker_innen vermehrt über Gesellschafts- und Lebenswelt-adäquatere und resilientere Informationsarchitekturen nachdenken. In einer All-in-One-Netzinfrastruktur sind zwar maximale skalenökonomische Netzeffekte erzielbar, aber es entsteht dadurch auch eine extrem kritische Infrastruktur. Die Integration von Telefon-, TV-, Smart Meter- und Home-Networks in das Internet würde das Überwachungspotenzial stark ausweiten, die Abhängigkeit von ihm weiter erhöhen und so die Gesamt-Resilienz der IKT-Infrastruktur deutlich vermindern. Ebenso vordringlich wäre es, die Grenzen der Skalierbarkeit informatischer Systeme zu erkennen und dem augenblicklichen Big Data-Hype eine „Small Data is Beautiful“-Maxime als Denkanstoß entgegenzusetzen. Wie gegenwärtig in der energieinformatischen Debatte um das „Internet der Energien“ das „Subsidiaritätsprinzip“ und „Local/ Regional Energy Networks“ als Gegenmodelle zu zentralistischen Energiesystem-Architekturen und

21 Das „IoE“ umfasst nach dem Chief Futurist von Cisco, Dave Evans 2013 „People, Process, Data, and Things“

zur Big Data-Smart Grid-Analytik in der Cloud diskutiert werden, so sollte auch in der Informatik über ein informationelles Subsidiaritätsprinzip nachgedacht werden, das die Balance zwischen Dezentralität und Zentralität und datenökologische Kriterien der Datenvermeidung, Löschbarkeit usw. stets im Blick hat.[22] Hier würde als Grundregel gelten, je persönlicher der Anwendungsbereich, desto mehr müssten Computing und Datenspeicherung lokal erfolgen. Abläufe der häuslichen Lebenswelt sollten wenn überhaupt so weit wie möglich von lokalen Unterstützungsmedien erleichtert werden, statt die Haushalte dem kommerziellen Zugriff von Providern und kaum zu verhindernden Angriffen aus dem Internet auszuliefern.

III. Die proaktive datenanlytische Informatik verfolgt das Ziel, allein von ihrem Beobachterstatus aus durch die Erfassung und Analyse möglichst vieler und vielfältiger Daten Sachverhalte und Zusammenhänge aufzudecken und menschliche Verhaltensmuster und lebensweltliche Situationskontexte rechnerisch zu ermitteln. Sie verlässt sich dabei voll auf ihre quantitativen, vorzugweise probabilistischen und kognitiven Methoden und Instrumente, ohne deren Erklärungspotenzial und Zielgenauigkeit zuvor kritisch reflektiert und in unterschiedlichen Anwendungsgebieten ausgelotet zu haben. Informatiker_innen sollten daher bedenken, dass sie mit ihren Datensammel- und Datenanalyse-Werkzeugen nur Korrelationen und keine Kausalitäten ermitteln, und dass das „Predictive Data Mining“ nur ergibt, dass etwas wahrscheinlich eintreten könnte, aber nicht, ob es tatsächlich und vor allem warum es geschieht. Mit wachsender Menge und Heterogenität der Datensammlung werden die Daten unschärfer und die Korrelationen diffuser, es steigt so die Gefahr von Scheinkorrelationen, Scheinregressionen und vermehrten „false discoveries“.23 Gerade in Alltagssituationen geraten die Bemühungen um eine zuverlässige Ereignis-, Kontext- und Verhaltensprognose in eine kaum lösbare Komplexitätsfalle. Denn die datenanalytische Konstruktion eines deskriptiven und prognostischen Modells eines Menschen, seiner Verhaltensweisen, Emotionen, Intentionen und Erfahrungen, reicht nicht aus, um mit der „sophistication of common sense reasoning and context awareness“ Schritt zu halten. Der informatische Ansatz, Individuen als „Markov Devices“ mit einer großen Zahl an „internal mental states“ berechenbar zu machen, ist viel zu ungenau, um mit den stets wechselnden Alltagssituationen und Motivlagen, ihren sehr individuellen Kontexten und Beziehungsdynamiken mithalten zu können (siehe hierzu Pentland 1995, S. 72; Intille 2002, S. 81). Auch die stets als Ausweg gepriesenen Lernalgorithmen vermögen das Problem nicht zu lösen, da sie nur Regelverhalten, Routinen und Abweichungen von der Normalität herausfiltern, aber die im Alltag üblichen durch unvorhergesehene Ereignisse eintretenden spontanen Änderungen des Verhaltens und seiner Kontexte nicht berücksichtigen können: „Aus der Perspektive der Beteiligten läßt sich zwar das praktisch in Anspruch genommene, in Äußerungen sedimentierte Regelwissen rekonstruieren, nicht aber der zurückweichende Kontext und die im Rücken bleibenden Ressourcen der Lebenswelt im ganzen.“ (Habermas 1996, S. 348 f.) Daraus aber folgt, dass für eine „Informatisierung der Lebenswelt“ Big Data Analytik und „Probabilistic Reasoning“ zu kurz greifen, Daten sind nicht unabhängig von den Perspektiven und unausgesprochenen Vorververständnissen der beteiligten Personen zu interpretieren, auf Hermeneutik und Interaktion kann daher nicht verzichtet werden. Einen Zugang zur so schwer zu ‚erfassenden’ Lebenswelt erhalten Informatiker_innen also nur, wenn sie mit den Usern reden, mit ihnen die Systeme gestalten und ihre Handlungsspielräume bewahren.

IV. Es bedarf einer alternativen Lebenswelt-orientierten Agenda der Informatik, die sich als Gegenprogramm zum „Regime of Ambient Informatics“ und zur „colonization of everyday life by information technology“ versteht (Greenfield 2006, S. 24 f., 33 f.). Ihr Ziel sollte nicht die datenerfassende und –analysiernde proaktive „Informatisierung des Alltags“ sein, die das Entlastungsdogma bis zur Unmündigkeit ausreizt, mit immer raffinierteren algorithmischen und kognitiven Systemen die Ausforschung von Individuen und Communities erleichtert und das „Data-intensive Computing“ in ferne undurchschaubare zentralistische Cloud-Architekturen verlagert. Ihr sollte es vielmehr darum gehen, innovative interaktive Unterstützungs- und Assistenzsysteme zu entwickeln, die nicht hinter dem Rücken der Nutzer agieren, für diese überschaubar und kontrollierbar bleiben und die deren Autonomie durch ständige Interventionsmöglichkeiten bewahren. Dem Konzept einer Organisation der Lebenswelt über eine ‚intelligente’ Dingwelt, in der Cyber Physical Systems ein selbstorganisiertes Eigenleben führen und die Subjekte zu Objekten eines beobachtenden rechnenden Raumes machen, sollte die Konzeption eines durch zusätzliche technische Ressourcen sich permanent ausweitenden Gestaltungsraumes der Mensch-Computer-Interaktion entgegengestellt werden, der immer

22 Siehe dazu die Mobile Lecture der Universität Bremen im WS 2013/14 „Das Internet der Energien“, insbesondere die Vorträge von Jens Strüker und Hartmut Schmeck sowie die Zusammenfassung von Hellige und Jakob Wachsmuth.

23 Eagle, Pentland 2006; Becker, Müller, ; Boytsov 2011, S. 4 ff.; Mayer-Schönberger, Cukier 2013, S. 2 f., 13, 22.

wieder neue Repräsentations- und Interaktionsmedien ermöglicht, mit denen die User ihren Alltag besser als bisher selbst organisieren können. Es besteht ein großer Bedarf an kreativen Medien und Interfaces für alltägliche Probleme, nicht aber für Multiagentennetze im häuslichen Bereich, auf die sich Business Intelligence und Central Intelligence über das Internet Zugang verschaffen können. Eine wichtige Voraussetzung für die Gestaltung neuer Medien- und Systeme ist eine gründliche Überprüfung der Leitbilder und Szenarien sowie eine Entrümpelung der zahlreichen Wandermythen und Genderstereotypen der Intelligent Home-Entwicklung. Für die Entwicklung einer Gegenkultur zum rundum informatisch umsorgten Menschen könnte die Anknüpfung an die medienkombinatorischen Inventionen und Innovationen der Pioniere des interaktiven Graphik-orientierten Computing nützlich sein, da sie erst die Computerbedienung vereinfachten und so für breitere Schichten immer weitere Computeranwendungen erschlossen.[24] Methoden der Medienkombinatorik, d.h. eine analytische und empirische Exploration neuartiger Medienkonstrukte und Medienanwendungen aus bestehenden Medienkomponenten und Interfaces unter Einbeziehung fortschrittlicher technischer Wirkprinzipen – werden m. E. in Zukunft dringend gebraucht. Ebenso Methoden einer kombinatorischen Synthese auf der Basis eines alltagsnahen Szenario-Writing, das wie Licklider, Engelbart, Sutherland und Kay die neuen Nutzungsideen für das dynamische Medium Computer nicht aus den kombinatorischen Arrangements von Hardware und Software entwickelten, sondern aus praxis- bzw. lebensnahen narrativen Szenarien einer zukünftigen medialen Computernutzung, die gelegentlich sogar den Charakter von Science Fiction annahmen (vgl. Hellige 2010, Kap 3.3 und Hellige 2007). Informatiker_innen sollten sich mithin vorrangig als Medien- und Systemgestalter für selbstbestimmte Lebenswelten verstehen, mit Reallife-Scenarios statt mit Reallife-Mining arbeiten und ihre Agenda konsequent auf die Alltagspraxis der User ausrichten. Vor allem die Medieninformatik und Human-Computer Interaction könnten in Verbindung mit „Informatik & Gesellschaft“ und der neuen Subdisziplin „Human-Centered Computing“ eine wichtige Rolle bei einem Gegenprogramm zu den Architekturen des digitalen gläsernen “Gehäuses der neuen Hörigkeit” spielen.

24 Zur Anknüpfung an die medienkombinatorische Revolution siehe Hellige 2008, S. 38-50 und Hellige 2010 sowie Guzdial 2013, der mit seinem Ansatz des „Human-Centered Computing“ ebenfalls bei Licklider ansetzt.

Literatur

Acatech. 2009. *Intelligente Objekte. Klein, vernetzt, sensitiv. In: acatech Bezieht Position, Nr. 5. Berlin, Heidelberg Springer: 2009.*

Adomavicius, Gediminas, and Tuzhilin, Alevander. 2005. „Personalization technologies: a process-oriented perspective“. In: *Communications of the ACM 48* (2005): 83-90.

Appavoo, Jonathan, Volkmar Uhlig and Amos Waterland. 2008. „Project Kittyhawk: Building a Global-Scale Computer“. In: ACM SIGOPS Operating Systems Review 42 (2008): 77-84.

Appavoo, Jonathan, Volkmar Uhlig, Jan Stoess u.a. 2010. „Providing a Cloud Network Infrastructure on a Supercomputer“. In: *Proceedings of the 19th ACM International Symposium on High Performance Distributed Computing*, 385-394. New York: ACM, 2010.

Atzmüller, Martin. 2012. „Mining Social Media“. In: *Informatik-Spektrum 35* (2012): 132-135

Becker, Martin, Jürgen Mueller, Andreas Hotho, und Gerd Stumme. 2013. „A Generic Platform for Ubiquitous and Subjective Data“. In: *1st International Workshop on Pervasive Urban Crowdsensing Architecture and Applications, PUCAA 2013, Zurich, Switzerland -- September 9, 2013. Proceedings*, 1175-1182. New York: ACM, 2013.

Bockermann, Iris, Otthein Herzog u.a. 2007. „Intelligente Objekte in der Arbeits- und Lebenswelt“. In: *acatech Transfer 2* (200): 1-2.

Bollier, David. 2010. *The promise and Peril of Big Data*. Redmont, WA.: The Aspen Institute: 2010.

Boytsov, Andrey. 2011. *Context Reasoning, Context Prediction and Proactive Adaptation in Pervasive Computing Systems*. Diss. Luleå University of Technology: 2011.

Brauer, Wilfried. 1992. „Wissenschaftliche Herausforderungen für die Informatik: Änderungen von Forschungszielen und Denkgewohnheiten“. In: *Informatik cui bono?* GI-FB 8 Tagung Freiburg, 23.- 26. September 1992, hrsg. von Werner Langenheder, Günter Müller, Britta Schinzel. Berlin, Heidelberg, New York 1992: 11-19.

Buchmann, Alejandro P. 2007. „Infrastructure for Smart Cities: The Killer Application for Event-based Computing“. In: *Event Processing*, hrsg. von Mani Chandy, Opher Etzion und Rainer von Ammon. Dagstuhl Seminar Proceedings 07191: 2007.

Bullinger, Hans-Jörg, Michael ten Hompel (Hrsg.), 2007. *Internet der Dinge*. Berlin Heidelberg New York: Springer, 2007.

Capurro, Rafael. 1992. „Von der Lebenskunst zur Technokratie“. In: Capurro, Rafael. *Leben im Informationszeitalter*. Berlin 1995, 13-21: Akademie Verlag.

Carr, Nicholas (2008): *The Big Switch: Rewiring the World, from Edison to Google*. New York, London: W. W. Norton & Co, 2012.
Chan, Marie, Daniel Estève u.a. 2008. „A review of smart homes—Present state and future challenges“. In: *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 91 (2008): 55–81.
Chaouchi, Hakima. 2010. *The Internet of Things: Connecting Objects to the Web*. London, Hoboken, NJ.: Wiley, 2010.
Cerf, Vinton G. 2012. „Where is the Science in Computer Science?“. In: *Communications of the ACM* 55 (2012): 5.
Cerf Vinton G. 1997. „When They're Everywhere“. In: *Beyond Calculation. The Next Fifty Years of Computing*, hrsg. von Peter J. Denning and Robert M. Metcalfe. New York: Copernicus, 1997.
Claburn, Thomas. 2009. „Google CEO Imagines Era of Mobile Super Computers“. In: *Information Week* 28.10.2009.
Denning, Peter J.. 2003. „Great principles of Computing“. In: *Communications of the ACM* 46 (2003): 15-50.
Denning, Peter J.. 2013. „The Science in Computer Science“. In: *Communications of the ACM* 56 (2013): 35-38.
Dertouzos, Michael L. 1995. *What Will Be. Die Zukunft des Informationszeitalters* (Reihe Computerkultur, Bd. XII), Wien, New York: Springer, 1999.
Djikstra, Edsger W. 1977. *A position paper on Software Reliability*, Amsterdam undatiert (wahrscheinlich 1977) (http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/transcriptions/EWD06xx/EWD627.html).
Dijkstra, Edsger W. 1989. „The Cruelty of Really Teaching Computing Science“. In: *Communications of the ACM* 32 (1989): 1398 – 1414.
Durham, Michael. 2013. „Forty years from now. A glimpse of how daily life might look in the smartcity of 2050“. In: *The Guardian* (http://www.theguardian.com/smarter-cities/forty-years-from-now).
Eagle, Nathan, Alex (Sandy) Pentland. „Reality Mining: sensing complex social systems“. In: *Personal and Ubiquitous Computing* (2006) 10: 255–268.
Etzion, Opher und Peter Niblett. 2011. *Event Processing in Action*. Greenwich, Stamford, CT: Manning, 2011.
Evans, Dave. 2013. „Beyond Things: The Internet of Everything, Explained In Four Dimensions“. In: *Huffington Post Impact*. 24.9.2013. (http://www.huffingtonpost.com/dave-evans/cisco-beyond-things-the-interne_b_3976104.html).
Ferscha, Alois. 2012. „20 Years Past Weiser: What's Next?“ In: *Pervasive Computing 11* (2012): 52-61.
Fleisch, Elgar und Friedemann Mattern (Hrsg.). 2005. *Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2005.

Fuchs, Christian. 2010. „Facebook, Web 2.0 und ökonomische Überwachung“. In: *DuD – Datenschutz und Datensicherheit* 7/2010: 453-458.
Fuchs, Christian. 2013. „Societal and Ideological Impacts of Deep Packet Inspection Internet Surveillance“. In: *Information, Communication & Society 16* (2013): 1328-1359.
Gray, Jim. 2009. „Jim Gray on eScience: A Transformed Scientific Method“. In: Hey, Tony, Stewart Tansley, and Kristin Tolle (Ed.). *The Fourth Paradigm. Data-intensive scientific disvovery*. New York, Chichester, West Sussex: Microsoft Corporation, 2011.
Greenfield, Adam. 2006. *Everyware: The dawning age of ubiquitous computing*, Berkeley, CA.: New Riders, 2006.
Guzdial, Mark. 2013. Human-Centered Computing: A New Degree for Licklider's World. In: *Communications of the ACM 56* (2013) 2: 32-34.
Habermas, Jürgen. 1965. *Strukturwandel der Öffentlichkeit*. 5. Aufl. Berlin, Neuwied: Luchterhand, 1965.
Habermas, Jürgen. 1996. *Der philosophische Diskurs der Moderne*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1996.
Habermas, Jürgen. 2008. Ach, *Europa. Kleine politische Schriften XI*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2008.
Hartmanis, Juris. 1994. „Turing Award Lecture. On Computational Complexity and the Nature of Computer Science“. In: *Communications of the ACM* 37 (1994): 37-43.
Hellenschmidt, Michael, und Reiner Wichert. 2007. „Selbstorganisation: Dinge in eigenverantwortlicher Kooperation — eine Systemanalyse“. In: *Internet der Dinge*, hrsg. von Hans-Jörg Bullinger, 91-105. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2007.
Hellige, Hans Dieter. 1996. Leitbilder im Time-Sharing-Lebenszyklus: „Vom Multi-Access zur Interactive On-line Community“. In: *Technikleitbilder auf dem Prüfstand. Das Leitbild-Assessment aus Sicht der Informatik- und Computergeschichte*, hrsg. von H. D. Hellige, 205-234. Berlin: edition sigma, 1996.
Hellige, Hans Dieter, (2004). „Sichtweisen der Informatikgeschichte: Eine Einführung“. In: *Geschichten der Informatik. Visionen, Paradigmen und Leitmotive*, hrsg. von H. D. Hellige, 1-28. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2004.
Hellige, Hans Dieter, (2004). „Die Genese von Wissenschaftskonzepten der Computerarchitektur: Vom „system of organs“ zum Schichtenmodell des Designraums“. In: *Geschichten der Informatik. Visionen, Paradigmen und Leitmotive*, hrsg. von H. D. Hellige, 411-471. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2004.

Hellige, Hans Dieter. 2008. „Medienkonstrukte in Technikutopien, Science Fiction-Romanen und in Zukunftsszenarien von Computer Scientists". In: *Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung (FIfF) Kommunikationen 24* (2007) 3: 9-14.

Hellige, Hans Dieter. 2008. „Krisen- und Innovationsphasen in der Mensch-Computer-Interaktion", in: *Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computer-Bedienung*, hrsg. von H. D. Hellige, 11-92. Bielefeld: transcript 2008.

Hellige, Hans Dieter, (2010). *Medienkombinatorik für selektive Interface-Kulturen. Alternativen zu Paradigmen-geleiteten HCI-Entwicklungen*. artec-Paper 170 (November 2010).

Hellige, Hans Dieter, (2012a). „Die Dialektik der informationellen Aufklärung. Ein Rückblick auf den Theoriediskurs von Informatik & Gesellschaft". In: *Per Anhalter durch die Turing-Galaxis*, hrsg. von A. Knaut, Chr. Kühne & K. Kurz, 55-60. Münster: MV-Wissenschaft, 2012.

Hellige, Hans Dieter, (2012b). *Cloud Computing versus Crowd Computing. Die Gegenrevolution in der IT-Welt und ihre Mystifikation in der Cloud*. artec-Paper 184 (November 2012).

Herzog, Otthein und Thomas Schildhauer (Hrsg.). 2009. *Intelligente Objekte. Technische Gestaltung – Wirtschaftliche Verwertung – Gesellschaftliche Wirkung*. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009.

Hey, Tony, Stewart Tansley, and Kristin Tolle (Ed.). 2009. *The Fourth Paradigm. Data-intensive scientific disvovery*. New York, Chichester, West Sussex: Microsoft Corporation, 2009.

Hillis, Ken, Michael Petit, and Kylie Jarrett. 2013. *Google and the Culture of Search*. New York, London: Routledge, 2013.

Hoare, Tony. 2010. What can we learn from Edsger W. Dijkstra? Edsger W. Dijkstra Memorial Lecture. Austin Texas, October 12, 2010. (http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/DijkstraMemorialLectures/Tony%20Hoare.html)

Intille, Stephen S. 2002. „Designing a Home of the Future". In: *Pervasive Computing 1* (2002): 80-86.

Jenkins, Holman W. 2010. „Google and the Search for the Future". In: *Wallstreet Journal*, 14.8.2010

Kelly III, John E., Steve Hamm. 2013. *Smart Machines: IBM's Watson and the Era of Cognitive Computing*. Redmont, WA.: Columbia University Press, 2013.

Klein, Dominik, Phuoc Tran-Gia. Matthias Hartmann. 2013. „Big Data". In: *Informatik-Spektrum*, 36, (2013): 319-323.

Knab, Sebastian, Kai Strunz und Heiko Lehmann. 2010. *Smart Grid: The Central Nervous System for Power Supply*. Schriftenreihe Innovationszentrum Energie. Bd. 2, Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin, 2010. (http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn:nbn:de:kobv:83-opus-25659).

Kouzes, Richard T., Gordon A. Anderson, Stephen T. Elbert u.a. 2009. „The Changing Paradigm of Data-Intensive Computing". In: *IEEE Computer 42* (2009) 1: 26-34.

Langheinrich, Marc. 2007. Gibt es in einer total informatisierten Welt noch eine Privatsphäre? In: *Die Informatisierung des Alltags – Leben in smarten Umgebungen*, hrsg. von Friedemann Mattern, 233-264. Berlin Heidelberg New York: Springer 2007.

Levy, Steven. 2011. The Plex: *How Google Thinks, Works, and Shapes Our Lives*. New York, London: Simon & Schuster, 2011.

Lohr, Steve. 2012. „The Age of Big Data". In: *The New York Times*, 1.2. 2012 (http://www.nytimes.com/2012/02/12/sunday-review/big-datas-impact-in-the-world.htm)

Lyon, David. 1994. The Electronic Eye. *The Rise of Surveillance Society*, Cambridge, Oxford: Polity Press, 1994.

Mattern, Friedemann (Hrsg.). 2007. *Die Informatisierung des Alltags* – Leben in smarten Umgebungen. Berlin Heidelberg New York: Springer, 2007.

Mayer-Schönberger, Viktor, und Kenneth Cukier. 2013. Big Data. *Die Revolution, die unser Leben verändern wird*. München: redline Verlag, 2013.

McQueeney, David. 2013. „Prepared Statement". In: *Next Generation Computing And Big Data Analytics. Joint Hearing Before The Subcommittee On Research & Subcommittee On Technology Committee On Science, Space, And Technology House Of Representatives*. 113. Congress. First Session, 24.4.2013, 18-24.

Meinrath, Sascha D., James W. Losey, and Victor W. Pickard. 2011. „Digital Feudalism: Enclosures and Erasures from Digital Rights Management to the Digital Divide". In: *Commlaw Conspectus 19* (2011): 423–479.

Morrison, Taylor. 2012. „Smart living: The Interactive Home". In: *Statesman.com* Aug. 16, 2012. (http://www.statesman.com/news/classifieds/homes/smart-living-the-interactive-home-by-taylor-morris/nRNXc/ 2012)

Nake, Frieder. 1992. Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit. In: *Sichtweisen der Informatik*, hrsg. von Wolfgang Coy et al., 181-20. Braunschweig: Vieweg 1992.

Narayanan, Arvind. 2013. *Digital Feudalism Is Upon Us. How Do We Respond?* YouTube Live-Stream 9.5.2013. (https://www.youtube.com/watch?v=tZR5Oc1F4D4).

Papadopoulos, Greg. 2006. „The World Needs Only Five Computers“. In: *Greg Matter. Greg Papadopoulos's Weblog,* 10.11.2006. (https://blogs.oracle.com/Gregp/entry/the_world_needs_only_five)

Pecora, Vincent. 2002. „The Culture of Surveillance“. In: *Qualitative Sociology*, 25 (2002): 345-358.

Pentland, Alex (Sandy). 1995. „Interactive Video Environments and Wearable Computers“. In: *Proceedings International Workshop on Automatic Face- and Gesture-Recognition*, hrsg. von Martin Bichsel, 71-72. Zürich 1995.

Perera, Charith, Arkady Zaslavsky, and Peter Christen. 2014. „Sensing as a Service Model for Smart Cities Supported by Internet of Things“. In: *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies* 25 (2014): 81-93.

Pflüger, Jörg. 1994. „Informatik auf der Mauer“. In: *Informatik Spektrum* 17 (1994): 251-257.

Pflüger, Jörg. 2008. „Interaktion im Kontext“. In: Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computer-Bedienung, hrsg. von H. D. Hellige, 323-389. Bielefeld: transcript, 2008.

Rechenberg, Peter. 2000. *Was ist Informatik?* 3. Aufl. München, Wien: Hanser, 2000.

Retkowitz, Daniel. 2010. *Softwareunterstützung für adaptive eHome-Systeme.* Aachener Informatik- Berichte · AIB-2010-05, RWTH Aachen 2010.

Rolf, Arno. 1992. „Informatik als Gestaltungswissenschaft — Bausteine für einen Sichtwechsel“. In: *Informatik cui bono?* GI-FB 8 Tagung Freiburg, 23.-26. September 1992, hrsg. von Werner Langenheder, Günter Müller, Britta Schinzel, 40-48. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1992.

Schneier, Bruce. 2012. „When It Comes to Security, We're Back to Feudalism“. In: *Wired,* 26.11.2012. (http://www.wired.com/opinion/2012/11/feudal-security/)

Selke, Stefan 2010. „Der editierte Mensch. Vom Mythos digitalisierter Totalerinnerung durch Lifelogging“. In: *Postmediale Wirklichkeiten aus interdisziplinärer Perspektive*, 96–117, hrsg. von Stefan Selke und Ullrich Dittler. Hannover: Heise Verlag, 2010.

Sinsel, Alexander. 2011. *Organic Computing als Konzept zur Steuerung interagierender Prozesse in verteilten Systemen*. Göttingen: Optimus-Verlag, 2011.

Uckelmann, Dieter, Mark Harrison und Florian Michaelles, F. 2011. „An Architectural Approach Towards the Future Internet of Things“. In: Dies. (Hrsg.) *Architecting the Internet of Things,* 1-24. Berlin: Springer, 2011.

Vaidhyanathan, Siva. 2011. *The Googlization of Everything (And why we should worry)*. Berkeley, Los Angeles: University of California Press, 2011.

Weber, Max. 1905/ 73. *Die protestantische Ethik*. hrsg. von Johannes Winckelmann, 2 Bde. Hamburg 1973.

Weiss, Aaron. 2009. „A Digital Trail is Forever“. In: *The netWorker 13* (2009): 14-19.

Welchering, Peter. 1996. „Das intelligente Haus hat alle Bewohner rund um die Uhr voll unter Kontrolle“. In: *Computer Zeitung 11*, 14.3.1996, S. 6.

Wells , Robert. 1994. *The Interactive Home: Technologies, Strategies & Business Opportunities*. Washington, D.C.: Warren Publishing, 1994.

Wright, Steve, and Alan Steventon.2007. „Smarte Umgebungen – Vision, Chancen und Herausforderungen“. In: *Die Informatisierung des Alltags: Leben in smarten Umgebungen, hrsg,* von Friedemann Mattern, 17-38. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2007.

Zeger, Hans G. 2012. „Sicherheit um jeden Preis. Vortrag Initiative Menschen-Rechte“, Feldkirch 3.10.2012. In: *Newsletter Initiative Menschen-Rechte,* 3.10.2012.

Zemanek, Heinz. 1971. „Was ist Informatik?“, in: *Elektronische Rechenanlagen* 13 (1971): 157-161.

2.2 Männlichkeitsbilder in der Geschichte der Informatik[1]

Heidi Schelhowe

Im Projekt *InformAttraktiv* sind wir von der Überzeugung ausgegangen, dass die Informatik eine ausgesprochen vielfältige Disziplin ist, in der ganz unterschiedliche Zugänge, Methoden und Begabungen eine Rolle spielen. Sie alle sind in ihrer Gesamtheit und in ihrem Zusammenwirken wichtig für den Beitrag der Informatik zur Gesellschaft, wichtig für Fortschritt und Innovation. Dies – so die Annahme – wird jedoch in ihrer Außendarstellung nicht deutlich. Nach wie vor erscheint die Informatik in der Öffentlichkeit als eine Wissenschaft und Praxis, die Frauen wenig entspricht und in der der männliche ‚Nerd' als typischer Vertreter der Disziplin identifiziert wird. Dies hat einen Ursprung in der Geschichte des Computers und der auf ihn bezogenen Disziplin, der Informatik.

Dieser Geschichte der Grundlagen des Computers und der Informatik, wie sie sich in Deutschland gestaltet hat, möchte ich in meinem Beitrag nachgehen, um dort die unterschiedlichen Konstruktionen von Männlichkeit aufzuspüren. Informatik ist eine relativ junge Disziplin, entstanden in den 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts. Sie hat sich entwickelt aus den Wissenschaftsdisziplinen der Mathematik und der Ingenieurwissenschaften. Aus dieser Verbindung ist heute etwas grundlegend Neues entstanden. In meinem Beitrag frage ich danach, welche Männlichkeitsbilder die immanente Entwicklung der Informatik mitgetragen haben, wo diese aber auch innovativen Entwicklungen im Wege standen.

1 Dieser Beitrag ist die geänderte Fassung eines unter dem Titel „SoftWare und Hard Men. Männlichkeit in der Informatik" erscheinenden Beitrags (Schelhowe 2014).

In der Geschichte von Hardware und Software und in der neuartigen Verflechtung von Zeichen und Stofflichkeit, die die Informatik kennzeichnen, zeigen sich unterschiedliche und veränderliche Bilder von Männlichkeit: Ich beginne mit dem ‚Geist', mit der Mathematik und der Berechenbarkeit als Grundlage der Informatik. Alan Turing stellt mit seiner Definition von Berechenbarkeit das als originär menschlich-männlich gedachte Vermögen zum logischen Denken in Frage. Die Materialisierung des Geistes in der realen Maschine dauerte noch einige Jahre. Konrad Zuse, der als Erster den elektronischen Rechenautomaten in die Welt bringt, ist durch und durch Mann der Tat und Ingenieur in einer männlich-deutschen Tradition.

Was nun ist heute aus dem Computer und aus der Informatik geworden? Interaktivität kennzeichnet den Umgang mit dem Computer und Interaktion wird auch als neues Paradigma für die Informatik diskutiert. Welches (neue) Bild wird damit kommuniziert? Und steht es auch in der Tradition von Männlichkeit? Wie hat die Informatik die Trennung zwischen Geist und Körper, die die Geistesgeschichte des Abendlandes und die der Geschlechter wie kaum etwas anderes prägt, neu interpretiert und verändert und in ihren Artefakten und Konzepten ausgedrückt? Wo stehen wir heute in der Geschichte von Männlichkeit und Weiblichkeit im Kontext der Disziplin?

Das Thema „Geschlecht" wird in der Informatik in der Regel aufgeworfen als Frage, wie Mädchen und Frauen dafür gewonnen werden können, (mehr) Interesse an der Informatik zu entwickeln. Aus der Informatik selbst wird auch die Außendarstellung der Informatik und ihre Wahrnehmung in der Öffentlichkeit thematisiert. Die Informatik ist zweifellos eine junge, sehr vielfältige und für unterschiedliche Zugänge offene Disziplin. Die Spurensuche nach dem Männlichen in der Informatik und der Nachvollzug der historisch unterschiedlichen Perspektiven in der Informatik, die auch einen Wandel von Männlichkeitsbildern erzwingen, könnte dazu beitragen zu begreifen, warum es trotz dieser Dynamik immer wieder zu geschlechtsspezifischen Schließungen von Feldern kommt. Gleichzeitig aber könnte ein solcher Gang durch die Geschichte der Informatik – dies wäre die Hoffnung – für Männer und Frauen die Konstruiertheit des Männlichen und die Konstruiertheit von Geschlecht deutlich machen und Wege zur Vielfalt, für Männer wie für Frauen, aber auch zur Entwicklung der Disziplin öffnen.

Alan Turing: Berechenbarkeit als Maschine

„Das Computer-Modell des Geistes ist ein weiterer schwerer Schlag für unser Empfinden, im Mittelpunkt zu stehen […] Die Bedrohung, die der Computer für das ‚Ich' darstellt, ist in vieler Hinsicht [mit den von Freud benannten ‚Kränkungen'] vergleichbar, nur ist sie wesentlich unerbittlicher. Der Computer setzt da an, wo die Psychoanalyse aufgehört hat […]. Wo die Visionen Freuds dem einen spekulativ, dem anderen literarisch erschienen, tritt das Computer-Modell mit der Autorität der Wissenschaftlichkeit an seiner Seite auf – und mit der Aussicht, dass es eines Tages eine denkende Maschine geben wird, deren Existenz unseren Versuch zu sagen, worin wir uns von ihr unterscheiden, ad absurdum führt" (Turkle 1984, S. 382 f).

Sherry Turkle hat schon in den 1980er-Jahren darauf hingewiesen, dass mit dem Computer und der *Künstlichen Intelligenz* (KI) eine neue ‚Kränkung' des Menschen verbunden sei. Hat der Mensch Mann sich in der abendländischen Kulturgeschichte als das Wesen definiert, das sich durch seine Fähigkeit zum logischen Denken, seinen scharfen Geist, vom Rest der Schöpfung, auch von der Frau, abhebt – „Cogito, ergo sum" (Descartes) –, so bedeutet die Übernahme logischen Denkens durch eine Maschine die Entwertung dieser als originär menschlich-männlich gedachter Identität.

Der Ursprung der Informatik liegt zunächst in der Mathematik, in der ‚Erfindung' der abstrakten Maschine durch Alan Turing. In den 20er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts hat David Hilbert ein Grundlagenprogramm für die Mathematik formuliert: Mathematik, so Hilbert, sei – abgesehen von wenigen Axiomen – als ein rein formales, aus seinen eigenen Gesetzmäßigkeiten heraus funktionierendes und weitgehend geschlossenes System zu sehen, das im Weiteren keine Referenz auf Dinge außerhalb des Systems verlange. Alles müsse sich entsprechend der inneren Logik aus sich selbst entwickeln lassen. Um dieses Ziel zu erreichen, formuliert Hilbert (1964) eine Reihe von Aufgaben für die Mathematikergemeinschaft. Alan Turing widmet sich einer dieser Aufgaben. Er zeigt einerseits die Grenzen auf, indem er beweist, dass das Entscheidungsproblem – die Frage, ob eine mechanische Methode zu finden sei, mit deren Hilfe allgemein geklärt werden kann, ob eine gegebene Zeichenkette ein Theorem darstellt – nicht lösbar ist. Andererseits aber besteht sein nachhaltiges Verdienst gerade darin, dass er in dem berühmten Aufsatz „On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem" (Turing 1937) eine überzeugende Definition dessen liefert, was in der Mathematik als berechenbar gelten kann: Berechenbar sei alles, was von der von ihm erdachten, nur abstrakt existierenden Maschine bearbeitet werden kann. Das ist seine zentrale Aussage. Damit bringt er – zunächst auf bloß gedanklicher Ebene – Dinge miteinander in Verbindung, die bis dahin getrennt gedacht wurden: einerseits die ‚ideale' Welt der Mathematik und der abstrakten Symbole, den Geist, der sich auf logisches Denken stützt, und andererseits die physikalische, stofflich-materielle Welt der Maschinen. Rechnen wird als ein mechanisches Handeln nach Regeln verstanden. Maschinen, die bis dato in der Tradition des Taylorismus zur Ersetzung körperlicher Arbeit gedacht waren, werden nun vorstellbar für geistige Tätigkeiten (siehe dazu Heintz 1993) – eine nicht zu unterschätzende Provokation für den Menschen, der sich in Abgrenzung zum Tier und zur Frau über seinen Geist definiert.

Damit ist eine gedankliche Verbindung geschaffen zwischen dem geistigen Bereich menschlichen Denkens und der materiellen Produktion mittels Maschinen, wie Andrew Hodges in seiner einfühlsamen und klugen Turing-Biografie schreibt (Hodges 1989), zwischen einer Wissenschaft des Geistes (Mathematik) und einer Wissenschaft der Tat (Ingenieurwesen). Die Trennlinie zwischen Geist und Körper, die in der abendländischen Kulturgeschichte gezogen wurde, wird brüchig. Hodges weist darauf hin, wie sehr Alan Turing in seinem Denken davon beseelt ist, eine Verbindung zwischen dem Stofflichen und dem Geistigen zu finden. Vielleicht haben Alan Turing, erzogen im repressiven Klima eines englischen Internats, seine Homosexualität, seine in den Augen einer puritanischen Gesellschaft ‚gebrochene' Männlichkeit, sein Konflikt zwischen der eigenen Körperlichkeit und dem brillanten und anerkannten Geist und das große persönliche Leid, das mit diesem Widerspruch verbunden war, mit dazu veranlasst, nach einer solchen Verbindung zu suchen.

Nachdem Anfang der 40er-Jahre des 20. Jahrhunderts die Entwicklung des realen Computers fast gleichzeitig in Deutschland, den USA und England gelungen ist, treibt mit dieser Erfindung jedoch zunächst die Vorstellung, dass damit die Ablösung des ‚reinen' Geistes vom unvollkommenen und anfälligen Körper gelingen könnte, ungeahnte Blüten. Alan Turing fantasiert in späteren Jahren von der Geistmaschine, einer ‚KI', die – befreit von den Beschränkungen der Körperlichkeit – zu fantastischen Leistungen führt. So, wie die von Hilbert formulierte formalistische Mathematik davon ausgeht, dass alle mathematischen Sätze aus sich selbst heraus, ohne Bezug auf eine Wirklichkeit außerhalb, entwickelt werden können, so scheint es für Turing denkbar, dass in einer Maschine letztendlich die Intelligenz des Menschen, ja des gesamten Kosmos, angelegt werden kann, ohne dass diese sich auf die Welt beziehen muss. Man bräuchte und sollte dieser Maschine, so Turing, aber „nicht erlauben, das Land zu durchstreifen" (1987, S. 97).

Dieses Programm der KI wird in den Forschungslabors in den USA weitergeführt, wo man es umzusetzen versucht. Marvin Minsky, einer der bekanntesten Protagonisten der KI, äußert schließlich die Überzeugung, dass es besser sei, das menschliche Selbst vollständig auf einen Computer zu übertragen, mit einem stabileren und schöneren unsterblichen Code (Davis 1982). Folgerichtig beginnt die KI mit einem Programm, mit dem man versucht, einen Computer wie ein Kind von Grund auf mit Informationen zu füttern und zu trainieren, in dem Glauben, er könne schließlich lernen und durch logische Operationen die Intelligenz eines Erwachsenen aus sich selbst heraus erzeugen. Dieses Programm der autonomen, auf sich selbst bezogenen körperlosen Maschine ist allerdings kläglich gescheitert.

Ist dieser Gedanke einer auf die Spitze getriebenen Trennung des Geistes von den Bedingungen der Körperlichkeit nur aus der abendländischen Tradition des Männlichen nachvollziehbar, so wird damit doch gleichzeitig – in der Auslagerung aus und der Trennung von dem Körper des Mannes – die Infragestellung der Hegemonie des über den Geist definierten Menschenmannes eingeleitet, durch die Vorstellung seiner Ersetzbarkeit durch eine Maschine. Das Programm der Abstraktion ist historisch ein auf Geschlecht bezogenes Programm: Während einerseits die Abstraktion als Gegenentwurf zur naturverhafteten, körperlichen Weiblichkeit gedacht wird (Scheich 1993), so ist doch andererseits damit auch die Unabhängigkeit von jeder körperlichen Bedingtheit, also auch von Geschlecht, gesetzt.

Konrad Zuse: Die Erfindung des Computers

Die Erfindung des Computers als physikalische Maschine ist zumindest in Deutschland verbunden mit einem anderen Konzept von Männlichkeit. Er ist ein „begabter Mann der Tat" (Paulitz 2012), der Bauingenieur Konrad Zuse, der den ersten programmgesteuerten Rechenautomaten (die „Z3") baut. Die Umgebung, in der seine Erfindung stattfindet, liegt in der praktischen, eher handwerklichen Tätigkeit des Konstruierens. Konrad Zuse stellt 1941 in Deutschland die erste programmgesteuerte Rechenmaschine fertig. Sein Motiv: Die Z3 soll eine Maschine sein, die „dem Ingenieur das sture Wiederholen von Rechenvorgängen abnimmt" (Zuse 1993, S. 33).

Seine noch während des Zweiten Weltkriegs gegründete Firma heißt „Zuse Ingenieurbüro und Apparatebau, Berlin". In seiner Autobiografie wird die Ingenieurkultur als zupackender Erfindergeist und tatkräftige Konstruktion spürbar. Diese bildet das Umfeld für den Bau des Computers. Frauen sind als Konstrukteurinnen hier nicht denkbar – höchstens aus der Not des Krieges geboren, wo männliche Arbeitskräfte fehlen: „Veronika", die einzige Frau (und auch die Einzige, die mit Vornamen genannt wird), die zu Zuses frühem Team gehört, ist wegen des durch den Krieg bedingten Arbeitskräftemangels dabei und wendet sich, wie Zuse in seiner Autobiografie schreibt, nach dem Krieg wieder einer weiblicheren Beschäftigung zu: Sie wird Künstlerin.

Hier – wie in der Beschreibung der Erfindung durch Konrad Zuse selbst in seiner Autobiografie – steht Männlichkeit weniger für den Geist, sondern für das Praktische, für Handlungsmacht, Umsetzungswillen, das Bezwingen von Materialität als Fertigkeit in der Konstruktion und als Beherrschung der konkreten Maschine.

Auch Zuse ist klar, dass es sich nicht um eine gewöhnliche Ingenieurserfindung handelt, die sich im Reich des Stofflichen bewegt, sondern um eine Ausweitung der Ingenieurskunst auf den Bereich des Geistigen,

die Mathematik. Eine Besonderheit kennzeichnet diese Maschine gegenüber den bisherigen klassischen Maschinen: Sie ist, so argumentiert Zuse bei der Anmeldung seines Patents, „fleischgewordene Mathematik“ (Zuse 1993, S. 100).

In späterer Zeit bekommt bei Konrad Zuse der Gedanke an die Mathematik, der er materiellen Ausdruck gegeben hat, eine größere Bedeutung. Als er nach dem Krieg keinen Zugang mehr zu den erforderlichen Ressourcen hat, entwirft er nicht nur das Konzept einer Programmiersprache (den Plankalkül), sondern er entwirft, ähnlich wie Turing, Vorstellungen von Künstlicher Intelligenz.

In einer Rede des Präsidenten des Deutschen Patentamtes anlässlich des 70. Geburtstages von Konrad Zuse (1980) werden posthum weitere Eigenschaften des männlichen Helden Zuse in den Vordergrund gestellt:

„Die Umsetzung einer aus technischer Kreativität und praktischen Anregungen entstandenen erfinderischen Idee in die technische Wirklichkeit bedarf des vollen Einsatzes des Erfinders und die überaus konsequente Verfolgung des einmal als richtig erkannten Gedankens. Die dabei erforderliche Beharrlichkeit, die Bereitschaft zu persönlichen Opfern und ein gerüttelt Maß an Idealismus sind Eigenschaften, die von berühmten und weniger berühmten Erfindern berichtet werden [...] Den selbständigen Erfinder kennzeichnen zusätzlich noch Unternehmungsgeist, Wagemut und Risikobereitschaft [...]“ (Zuse 1993, S. 204).

Hier werden unterschiedliche Eigenschaften des Männlichen gepriesen, die sich im modernen Ingenieurwesen vereinigen sollen: Wissenschaftlichkeit und praktisches Zupacken, aber auch Kreativität, Durchhaltevermögen, Wagemut und ein Stück Abenteurertum.

Eine abweichende Auffassung: Carl Adam Petri und die Informatik als Kommunikationswissenschaft

Bis zum Ende des 20. Jahrhunderts werden in der Informatik lebhafte Auseinandersetzungen darüber geführt, ob sie ihre Grundlagen und Methoden eher aus der Mathematik oder eher aus den Ingenieurwissenschaften zu beziehen habe. Dijkstra (1989) z. B. argumentiert, dass es bei Computing Science um die Auswertung mathematischer Formeln gehe; formale Mathematik und angewandte Logik seien die Grundlagen. Daher sei z. B. die Grundausbildung ganz ohne reale Computer durchzuführen und Studierende müssten die Kraft des formalen Denkens erlernen. Dem entgegnet Parnas (1992), dass Informatikerinnen und Informatiker schließlich die Aufgabe hätten, technische Artefakte herzustellen, und „Computer Science“ sich daher an der klassischen Ingenieurausbildung zu orientieren habe.

Eine Theorie, die schon in den 1960er-Jahren geäußert wurde und die heute – spätestens seit der Verbreitung des Internets – ausgesprochen modern und aktuell anmutet, konnte sich gegenüber diesen beiden dominanten Paradigmen nicht durchsetzen: Carl Adam Petri veröffentlichte 1962 eine Dissertation unter dem Titel Kommunikation mit Automaten. Er stellte die Turing-Maschine als theoretische Grundlage infrage und führte einen Beweis für eine Theorie des Computers als Kommunikationsmedium. Die im Entstehen begriffene Informatik sollte nach seiner Auffassung als Wissenschaft der formalen Kommunikation aufgebaut werden (Petri 1962; Schelhowe 1997).

In Deutschland wurde Carl Adam Petri in der Informatik (mit einem Umweg über die USA) ausschließlich über seine Methode der Petri-Netze bekannt, die nur einen sehr kleinen Teil seines theoretischen Gebäudes ausmacht. Seinen grundlegenden theoretischen Vorschlag konnte er auch in den Folgejahren auf den deutschen Konferenzen und in den zentralen Publikationsorganen nicht platzieren (Petri 1968; 1976). Sie passten nicht in das Weltbild der Männer der Mathematik und des Ingenieurwesens. Die Neuartigkeit der Informatik konnte sich erst unter der Hand über die neuartigen medialen und interaktiven Anwendungen und über die Entwicklungen des Computers in seiner Hardware und Software sowie in seinem Interface durchsetzen, nicht über die theoretische Reflexion in den offiziellen Organen der Wissenschaft.

Interaktivität

Im Umgang mit dem Computer ist Interaktion heute zum wesentlichen Prinzip geworden. Die Pioniere haben sich eine autonome, von der Umwelt abgeschirmte Maschine vorgestellt, die zwar mit Daten/Informationen gefüttert wird, aber in ihrer Algorithmik vorherbestimmt, determiniert, unbeeinflusst von ihrer Umgebung agiert (der man – wie Turing sagt – „nicht erlauben darf, das Land zu durchstreifen“ [Turing 1987,S. 97]). Diese Sichtweise hat sich sowohl in den Grundlagen der Informatik wie auch in der Gestaltung des Umgangs mit der Maschine, in der Mensch-Computer-Interaktion, grundlegend geändert.

Die Erfolgsgeschichte der Informatik ist die der unablässigen Interaktion zwischen Mensch bzw. Umwelt und Maschine. Voraussetzung dafür sind Entwicklungen im Umgang mit ihr, weg von der ‚Bedienung‘ einer Maschine, hin zur Kommunikation, ja zur Symbiose mit einer Maschine. Spätestens seit der Erfindung des Graphical User Interface (GUI) mit seiner Schreibtischoberfläche und der Möglichkeit zur direkten Manipulation und grafischen Ausgabe ist der Umgang konkret und ‚kinderleicht‘ und zu einem fast unbemerkten Hin und Her geworden (Schelhowe 1997).

Diese Erfindungen sind nicht im Land der Ingenieure und der mathematisch geschulten Denkerinnen und Denkern in der deutschen

Informatik vor sich gegangen, sondern fast ausschließlich in den USA. Dort sind die neuen Interfaces in interdisziplinären Teams seit den 1960er-Jahren entwickelt worden. Vermutlich haben die in Deutschland so dominanten und kulturell stabil verankerten Männerbilder – die des Geistmenschen und die des tatkräftigen Ingenieurs – ihren Beitrag dazu geleistet, dass ein Carl Adam Petri kein Gehör finden konnte und dass Vorstellungen von Kommunikation mit einer Maschine wenig Nährboden in der Wissenschaft und Praxis hatten, die sich um den Computer entwickelte.

Der Computer oder besser das „Digitale Medium", zu dem er sich entwickelt hat, trägt heute das Attribut „Interaktion", er ist das interaktive Medium per se. Der Umgang mit dem Computer ist höchst konkret und körperlich geworden, und der Computer ist in den menschlichen Alltag integriert. Computer werden immer kleiner, tragbarer und mobiler, verbergen sich in Smartphones oder E-Books, in Waschmaschinen, Kleidung oder Spielzeugen. In der Handhabung werden Computer berührbar und begreifbar (Robben und Schelhowe 2012). Gleichzeitig sind sie in der Lage, intuitive Bewegungen des menschlichen Körpers als Eingabe zu erkennen und zu verarbeiten. Menschen können mit ihrer gesamten Körperlichkeit, nicht mehr nur mit Bewegungen der Finger und der Maus, mit dem Computer interagieren.

Interaktivität als Paradigma der Informatik?

Die Informatik ist als neuartige Verbindung von Ingenieurwissenschaft und Mathematik entstanden. Während sie sich einerseits auf eine physikalische Maschine bezieht, geht es andererseits darum, Informationen – Zeichen, die für Menschen Bedeutung haben – in eine solche Form zu bringen, dass sie von einer Maschine, die keine Bedeutung kennt, verarbeitet und dass diese Daten nach der Verarbeitung wieder sinnvoll in menschliches Handeln integriert werden können.

In der Anfangszeit bedeutet Programmieren nichts anderes, als dass mathematische Formeln für den Rechner übersetzt werden in eine Maschinensprache, die der Computer ‚versteht'[1]. Nicht selten sind es Frauen, ausgebildete Mathematikerinnen – zuvor oft als menschliche ‚Computer', z. B. in der Berechnung von Logarithmen, tätig –, die diese Übersetzungstätigkeit wahrnehmen. Bekannt sind z. B. die sogenannten ENIAC-Girls, die den ersten US-amerikanischen Computer ‚bedienen'. Aber auch in Deutschland sind es in der Frühzeit häufig Frauen, die eine spezifische Rechenmaschine programmieren (Hoffmann 1987).

Mit der Entstehung höherer Programmiersprachen, in denen ein Code für die Beschreibung fast beliebiger, insbesondere auch nicht numerischer Probleme ausgedrückt werden kann, und mit der Eigenständigkeit der Software gegenüber der Hardware entstehen neue Tätigkeiten und neue Aufgaben, die eine eigene Wissenschaft, Informatik oder Computer/Computing Science entstehen lassen.

Informatik befasst sich mit der immer abstrakteren Beschreibung und formalen Durchdringung von Problemen (inzwischen fast beliebiger Art), mit Methoden, aber auch mit der Entwicklung von Sprachen und Tools, die es den Programmiererinnen und Programmierern immer einfacher machen, mit der Maschine zu kommunizieren, ohne sich mit deren Basis, dem Binärcode, befassen zu müssen. Die Erfolgsgeschichte der Informatik ist die ihrer ‚Abnabelung' von der Hardware. Sie ist auch die Geschichte der Programmiersprachen, die sich immer weniger am logischen Aufbau von Schaltungen orientieren und die dem menschlichen Denken und der menschlichen Sprache immer näherkommen. In der Anwendungsentwicklung, die heute den Großteil der Informatik-Tätigkeiten in der Praxis ausmacht, geht es um das Begreifen und Beschreiben von Wirklichkeiten, deren Formulierung in Modellen und deren Überprüfung in der Anwendungssituation. Den Rest, die Übersetzung der Modelle in den Binärcode, erledigt der Computer (fast) von selbst.

Es geht also immer weniger um konkrete Maschinen und es geht auch nicht mehr um bloße Logik, wenn von Informatik als Wissenschaft und als Profession die Rede ist. Vielmehr müssen Informatikerinnen und Informatiker sich in der Praxis auf verschiedene Gebiete von Anwendungen einlassen, dort das Beschreibbare, Formalisierbare und Programmierbare analysieren und dies mit den in der Informatik entstandenen Verfahren, Methoden und Tools bearbeiten und auf den Rechner bringen. Dazu braucht es über Kenntnisse des Computers und Fähigkeiten zum formalisierten Denken hinaus auch Kompetenzen, sich auf Anwendungsbereiche und Menschen, die mit Computern sinntragend umgehen sollen, zu beziehen.

In Deutschland gab es in den 1980er- und 1990er-Jahren eine Debatte, ob Informatik aus diesem Grund nicht auch als Arbeitswissenschaft, Gestaltungswissenschaft oder Sozialwissenschaft zu verstehen sei (Coy et al. 1992). Und dass der Computer als Medium gesehen wird, ist – im Unterschied zur Frühzeit – heute eine Selbstverständlichkeit. Peter Wegner schlägt in einem 1997 in den CACM veröffentlichten und viel diskutierten Aufsatz vor, das Paradigma der deterministisch und sequenziell arbeitenden Turing-Maschine (Definition von

1 Als erste Frau, die in der Geschichte der Rechenmaschinen Erwähnung findet, geht Ada Lovelace (1815–1852) zunächst als ‚Übersetzerin' einer Rede von Babbage (1791–1871) in die Annalen ein. Erst im Verlauf der Frauenbewegung und der zunehmenden Bedeutung der Software als eigener Kategorie gegenüber der Hardware wird sie später wegen ihrer ausführlichen eigenen Anmerkungen zur Übersetzung, z. B. der weit über eine hardwaretechnische Betrachtung hinausgehenden Bemerkung, dass man sich Rechenmaschinen auch für Musik vorstellen könne, als ‚Mutter der Software' gefeiert (Hoffmann 1987).

Berechenbarkeit durch Turing), das lange Jahre als theoretische Grundlage der Informatik galt, zu ersetzen durch ein Paradigma der Interaktion (Wegner 1997).

Zusammenfassung und Ausblick

Informatik hat dazu beigetragen, dass einige Mythen des Männlichen und damit verbundene Bipolaritäten in den Denkweisen nicht mehr tragen, z. B. die abendländische Vorstellung der Trennung von Körper und Geist oder von Technik und Organischem. Donna Haraway zeichnet die positive Utopie einer Cyborgwelt als gelebte soziale und körperliche Wirklichkeiten, „in der niemand mehr seine Verbundenheit und Nähe zu Tieren und Maschinen zu fürchten braucht und niemand mehr vor dauerhaft partiellen Identitäten und widersprüchlichen Positionen zurückschrecken muss“ (Haraway 1995, S. 34 f.). Ihr Cyborg-Manifesto ist eine politische Deklaration, mit der sie dazu aufruft, die Verwischung existierender Grenzen des Dualismus zu „genießen“, gleichzeitig aber auch „Verantwortung für die Konstruktion“ dieser Grenzen zu übernehmen.

So ist es heute weniger denn je angemessen, die Informatik mit traditionellen Männlichkeitsbildern zu identifizieren, sei es die als tatkräftig mit der Beherrschung der Maschine verknüpfte oder die mit dem reinen Geist identifizierte Männlichkeit. Dennoch entfalten beide Bilder bis heute ihre Wirksamkeit innerhalb und außerhalb der Informatik. Häufig noch dominiert das Bild vom computerfixierten ‚Nerd‘, der in der Maschine agiert und sie beherrscht. In der Informatik als Wissenschaft wird demgegenüber eher das Bild von Abstraktion und Formalismus in den Vordergrund gestellt. Nach und nach – allerdings mehr in den sogenannten Bindestrich-Informatiken (insbesondere der populären Medieninformatik) – erscheinen heute auch Bilder einer am Kreativen, am Design, am Sozialen orientierten Informatik.

Dies verlangt neue Rollenbilder, die traditionellen Bilder vom Mathematiker und vom Ingenieur müssen erweitert werden. Die Infragestellung der Dualität von Geist und Körper, das neue Paradigma der Interaktion und der Be-Greifbarkeit sind aus der Informatik selbst heraus entstanden und haben neuen Paradigmen von Gestaltung, Design, Kreativität und Kommunikation Raum gegeben. Der Spielraum für eine Identifikation mit dem Fach ist aufgrund der inneren Entwicklungen der Informatik größer geworden. Durch ihre Veränderungen hat die Informatik selbst zur Öffnung und zu größerer Diversität beigetragen.

Noch verändert sich jedoch das Bild der Informatik und der Informatikerinnen und Informatiker in der Öffentlichkeit nur zäh und langsam. Diese Disziplin ist einerseits etwas völlig Neuartiges, gleichzeitig jedoch ist sie

aus männlichen Traditionen entstanden und ihre historischen Wurzeln wirken nach. Auch die über Ubiquitous Computing und die be-greifbaren Interfaces für die Konstruktionsprozesse wieder wichtiger werdende Hardware ist erneut Einfallstor für klassische Verbindungen von Informatik und Männlichkeit, z. B. in Form der Do-it-yourself-Bewegung oder des Wiederauflebens der Hacker-Kultur. Dieser Rückgriff ist jedoch der Informatik selbst nicht eingeschrieben – er versperrt im Gegenteil den Blick auf ihren innovativen Gehalt und auf neue Entwicklungsmöglichkeiten.

Mit dem Projekt *InformAttraktiv* und den Ergebnissen, die in diesem Band dargestellt werden, versuchen wir, die Veränderungen der Informatik mitzugestalten und Wege aufzuzeigen, wie sie in der Öffentlichkeit besser als eine Wissenschaft der Vielfalt mit neuen, ungewöhnlichen und kreativen Inhalten, Methoden und Produkten deutlich werden kann, zugänglich für Männer und Frauen in gleicher Weise und für alle, die sich nicht mit geschlechtsspezifischen Festlegungen abfinden wollen.

Literatur

Coy, Wolfgang; Nake, Frieder; Pflüger, Jörg-Martin; Rolf, Arno; Seetzen, Jürgen; Siefkes, Dirk; Stransfeld, Reinhard (Herausgeber) 1992. *Sichtweisen der Informatik*. Braunschweig: Vieweg.

Davies, Owen (Herausgeber) 1982. *The Omni Book of Computers & Robots*. New York: Zebra Books, Kensington Publishing.

Dijkstra, Edsger W. 1989. On the Cruelty of Really Teaching Computing Science. *CACM*, Vol. 32, 1989: S. 1398–1404.

Erb, Ulrike. 1996. *Frauenperspektiven auf die Informatik: Informatikerinnen im Spannungsfeld zwischen Distanz und Nähe zur Technik*. Münster: Westfälisches Dampfboot.

Gershenfeld, Neil. 2007. *Fab: The Coming Revolution on your Desktop* – from Personal Computers to Personal Fabrication. New York: Basic Books.

Gottschall, Karin. 1988. Rationalisierung und weibliche Arbeitskraft: Anmerkungen zu androzentristischen Verzerrungen in der Industrie- und Angestelltensoziologie am Beispiel der Entwicklung der Frauenarbeit im Büro. *Zeitschrift für Frauenforschung 6* (4): S. 39–46.

Håpnes, Tove und Bente Rasmussen. 1991. The Production of Male Power in Computer Science. In *Women, Work and Computerization: Proceedings*, herausgegeben von Anna-Maija Lehto und Inger Eriksson, S. 407–423. Helsinki: North Holland.

Haraway, Donna. 1995. *Die Neuerfindung der Natur: Primaten, Cyborgs und Frauen*. Frankfurt am Main/New York: Campus.

Heintz, Bettina. 1993. *Die Herrschaft der Regel: Zur Grundlagengeschichte des Computers*. Frankfurt am Main: Campus.

Hilbert, David. 1964. Über das Unendliche. In *Hilbertiana*, herausgegeben von David Hilbert, S. 79–108. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Hodges, Andrew. 1989. *Alan Turing: Enigma*. Berlin: Kammerer & Unverzagt.

Hoffmann, Ute. 1987. *Computerfrauen: Welchen Anteil haben Frauen an Computergeschichte und -arbeit?* München: Rainer Hampp.

Hofmann, Jeanette. 1999. Writers, texts and writing acts: gendered user images in word processing software. In *The Social Shaping of Technology*. 2nd Ed., herausgegeben von Judy Wajcman und Donald MacKenzie, S. 222–243. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.

Hofmann, Jeanette. 1997. Über Nutzerbilder in Textverarbeitungsprogrammen – Drei Fallbeispiele. In *Technikgenese: Befunde aus einem Forschungsprogramm*, herausgegeben von Meinolf Dierkes, S. 71–97. Berlin: Sigma.

JIM-Studie. 2012. *Jugend, Information, (Multi-)Media: Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf12/JIM2012_Endversion.pdf.

Katterfeldt, Eva-Sophie, Nadine Dittert und Heidi Schelhowe. 2009. EduWear: Smart Textiles as Ways of Relating Computing Technology to Everyday Life. In *IDC '09 – Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children*, Como, Italy. http://portal.acm.org/citation.cfm, S. 9–17.

Minsky, Marvin und Juliane Lee. 1988. *The Society of Mind*. New York: Simon & Schuster.

Nake, Frieder. 1974. *Die erträgliche Leichtigkeit der Zeichen: Ästhetik, Semiotik, Informatik*. Baden-Baden: Agis.

Osen, Lynn M. 1974. *Women in Mathematics*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Parnas, David L. 1992. *Tabular representation of relations*. Hamilton, Ontario: McMaster University. Communications Research Lab.

Petri, Carl A. 1962. Kommunikation mit Automaten. Dissertation Technische Universität Darmstadt.

Petri, Carl A. 1968. Neue Konzepte und Anwendungen: Ein Diskussionsvorschlag. Manuskript des Rheinisch-Westfälischen Instituts für instrumentelle Mathematik, 22. März 1968.

Petri, Carl Adam. 1976. Kommunikationsdisziplinen: Interner Bericht der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, 30. März 1976, Bonn.

Robben, Bernard und Heidi Schelhowe (Herausgeber). 2012. *Be-greifbare Interaktionen – Der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing*. Bielefeld: Transcript.

Scheich, Elvira. 1993. *Naturbeherrschung und Weiblichkeit*. Pfaffenweiler: Centaurus.

Schelhowe, Heidi. 1997. *Das Medium aus der Maschine: Zur Metamorphose des Computers*. Frankfurt am Main: Campus.

Turkle, Sherry. 1984. *Die Wunschmaschine: Vom Entstehen der Computerkultur*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Turkle, Sherry und Seymour Papert. 1990. Epistemological Pluralism: Styles and Voices within the Computer Culture. *Signs: Journal of Women in Culture and Society* No. 1: S. 128–157.

Snow, Charles P. 1993. *The Two Cultures*. First published 1959, Cambridge: Cambridge University Press.

Turing, Alan M. 1987. On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society* No. 42, Heft 2 1937.

Weiser, Marc. 1993. Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing. *CACM* No. 7, July: S. 75–84.

Wegner, Peter. 1997. Why Interaction Is More Powerful Than Algorithms. *CACM* No. 5, Vol. 40, May 1997: S. 81–91.

Zeising, Anja. 2011. Moving Algorithm – Immersive Technologien und reflexive Räume für be-greifbare Interaktion. Dr.-Ing. Diss., Universität Bremen. http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-00102536-16.

Zuse, Konrad. 1993. *Der Computer – Mein Lebenswerk*. 3. Auflage, Berlin: Springer.

2.3 Bilder von Informatik und Geschlecht

Monika Götsch

Bilder von Informatik und Geschlecht: Was Informatikstudierende wissen

Die Bilder, die Informatikstudierende von Geschlecht und Informatik explizieren und sich ‚ausmalen' sind (mehr oder weniger subtil) geprägt von der Minderheitenposition der Frauen in der Informatik bzw. der übermächtigen Mehrheit männlicher Informatiker. Diese Bilder verweisen einerseits auf Alltagswissen über Geschlecht und andererseits auf das Wissen über Informatik als Disziplin. Entsprechende Wissensformationen stehen jedoch nicht getrennt nebeneinander, sondern sind vielmehr eng miteinander verknüpft, sie bedingen und stützen sich gegenseitig. Wenn hier im Weiteren von ‚Bildern' die Rede ist, dann in der Hinsicht, dass diese Bilder Ausdruck und Re-Produktion eines sozial-interaktiv hergestellten Wissenssystems sind. Entsprechend orientieren sich die Studierenden an einem Rahmen, der insbesondere durch (auch widersprüchliche) Annahmen über a) Bipolaritäten und b) Androzentrismen von Geschlecht und Informatik gekennzeichnet ist. Auch wenn im Weiteren von Frauen und Männern die Rede sein wird, sollen hier keine dichotomisierenden oder gar biologistischen Geschlechtsspezifika festgestellt werden. Vielmehr geht es darum, aufzuzeigen, wie Geschlechterdifferenz über Informatik und wie vice versa Informatik über vorgebliche Geschlechterdifferenz hergestellt bzw. imaginiert wird.

Das Projekt: Weltbilder in der Informatik

Der vorliegende Aufsatz ist auf der Grundlage der empirischen Ergebnisse des DFG-Projektes „Weltbilder in der Informatik“ entstanden, das am Institut für Informatik und Gesellschaft der Universität Freiburg angesiedelt war und von Frau Prof. Dr. Britta Schinzel geleitet wurde. Analysiert wurden nicht nur die im Folgenden vorgestellten Bilder von Geschlecht und Informatik, sondern auch Menschenbilder, Technikbilder, Bilder der Wirklichkeit, Klischeevorstellungen und moralische Normen von Informatikstudierenden. Hierzu wurden an fünf bundesdeutschen Universitäten insgesamt 42 qualitative Interviews mit Erst- und höheren Semestern sowie 5 Gruppendiskussionen mit Studierenden ab dem 4. Semester durchgeführt. Alle Daten wurden schließlich rekonstruktiv ausgewertet und typologisiert (Götsch 2013a; Kleinn et al. 2013; Schinzel 2013).

Wie Bilder (von Geschlecht und Informatik) gewusst werden

Wenn ich mich hier auf den Begriff des Bildes beziehe, dann im Sinne von ‚sich ein Bild machen‘, das bedeutet, es handelt sich um Konstruktionen, um sozial-interaktive Herstellungsprozesse, die sich auf spezifische Wissensformationen stützen und diese re-produzieren. (Welt)Bilder werden durch individuelle, soziokulturelle und lebensweltliche Einflussfaktoren hervorgebracht, die wiederum auf die soziale Welt wirken. (Welt)Bilder sind demnach habitualisiert und beziehen sich sowohl auf einen spezifischen Habitus (bzw. auf Wahrnehmungs-, Handlungs- und Bewertungspraxen) wie auf ein spezifisches Feld (Berger 2001; Schinzel 2013) – so auch auf das Feld der Informatik. Ein (Welt)Bild ist folglich eine Komposition vielseitiger Aspekte, so dass daraus ein mehr oder weniger stimmiges Ganzes wird. Dieses wird von einem ‚Rahmen‘ begrenzt, der bestimmt, was dazugehört und was ausgeschlossen wird, welche Größe und Form das Bild einnehmen kann, was in den Vordergrund und was in den Hintergrund rückt (Götsch 2005). In Anschluss an die kritische Anmerkung von Tanja Paulitz und Bianca Prietl (2013) werden (Welt)Bilder hier nicht als stabile, kohärente Konzepte verstanden, sondern als kontingente Konstrukte, die in sich widersprüchlich sein können und in der Informatik durchaus auf vielfältige Weise in Erscheinung treten.

Auf der sprachlichen Ebene (beispielsweise der Interviews) bedeutet das, dass einige Dinge auf eine bestimmte Weise sagbar, andere jedoch nicht aussprechbar sind. Das Wissen, das sich demnach in Interviews zeigt, ist das explizierbare Wissen, das auf die erzählbaren Aspekte der subjektiv und kollektiv hergestellten ‚Wirklichkeiten‘ verweist und sich an spezifischen Geschlechternormen orientiert (vgl. Degele und Götsch 2014; Wetterer 2003). Geschlechterwissen wird darüber hinaus, so Irene Dölling (2005), feldspezifisch aktualisiert und strategisch verwendet, um einerseits den

Spielregeln im jeweiligen Feld gerecht zu werden und andererseits sich selbst in diesem Feld zu positionieren. Geschlecht wird folglich kollektiv gewusst und in sozialen Praxen (wie dem Erzählen) re-produziert.

„Die Verständigung über gemeinsam geteiltes […] Wissen ermöglicht es Individuen, sich und andere mit ihren subjektiven Erfahrungen, Interessen und Gefühlen einerseits als autonome Subjekte, andererseits als soziale Bezugspersonen zu konstituieren und damit als Teil des Kollektivs, in dem sie eigene und andere Erfahrungen in Bezug zu kollektiven Wissensbeständen setzen“ (Götsch 2014, S. 48).

Geschlecht als historisch-soziale Wissensformation versieht dann Individuen, Gruppen, Körper, Artefakte und eben auch Disziplinen mit vergeschlechtlichten Bedeutungen (Hirschauer 1996; Wetterer 2008; Götsch 2014). Bilder von Geschlecht bzw. das explizierbare Geschlechterwissen verweisen – so lässt sich daraus folgern – auch auf eine *„berufsspezifische Prägung an der Universität“* (Götsch et al. 2013, S. 278), insbesondere im Zusammenhang mit Bildern von Informatik.

Tokenism – was der Minderheitenstatus von Frauen (in der Informatik) re-produziert

Frauen sind in der bundesdeutschen Informatik eine Minderheit, der Frauenanteil von weiblichen Studierenden in der Informatik an deutschen Universitäten liegt zwischen 10 % und 15 % (Schiller 2010; Teubner 2011), was, so Britta Schinzel (2006), Fragen nach den Auswirkungen aufwirft. Genau diese Auswirkungen beschreibt Rosabeth Moss Kanter (1993) mit ihrem Konzept des *Tokenism*, das sie aufbauend auf Untersuchungen im Bereich des männerdominierten Managements entwickelt hat. Demnach sind Menschen in einer Minderheitenposition – hier wie in der Informatik sind das u. a. Frauen – in besonderer Weise sichtbar. Eine Frau wird von der Mehrheitsgruppe der Männer zunächst als (stereotype) Vertreterin ihres Geschlechts wahrgenommen, nicht als professionelles Individuum mit fachspezifischen Fähigkeiten. Vielmehr werden ihr ‚weibliche‘ Fähigkeiten, Verhaltensweisen und Interessen zugeschrieben, die jedoch nicht mit dem professionellen (männlich konnotierten) Selbstverständnis zusammenfallen. Eine Token-Frau kommt dadurch in eine dilemmatische Situation: Inszeniert sie sich entsprechend den zugeschriebenen ‚Weiblichkeiten‘, so wird sie als Frau und potentielle Sexualpartnerin wahrgenommen, büßt aber den Status als Fachkraft ein – inszeniert sie sich hingegen entsprechend dem professionellen Selbstverständnis als (vorgeblich ‚männliche‘) Fachkraft, verspielt sie den Status als Frau. So oder so kann sie nur verlieren, denn beides ist mit entsprechenden Abwertungen durch die Mehrheitsgruppe der Männer verbunden. Entsprechend konstatieren Michael Hahn und Cornelia Helfferich (2007), dass sich dort,

wo mehrheitlich Männer arbeiten, eine ‚männliche' Organisationskultur herausgebildet hat, *„die Frauen den Zugang zu bestimmten Bereichen verschließt"* (Hahn und Helfferich 2007, S. 9). Insbesondere die als ‚weiblich' angesehenen Themen werden dann als irrelevant wahrgenommen – so die beiden weiter. Um sich innerhalb männerdominierter Berufs- und Arbeitsfelder nach außen hin abzugrenzen und das ‚männliche' Selbstverständnis zu stärken, schreibt die Mehrheitsgruppe der Männer zudem allen Außenstehenden weibliche Eigenschaften zu (Puchert und Höying 2000).

Der Tokenstatus der Frauen in der Informatik wird auch in den Interviews der Informatikstudierenden beschrieben. Erzählbar ist für die Studentinnen ihre fortwährende Sichtbarkeit, was sich beispielsweise in der expliziten Begrüßung durch Dozierende zeigt. Sie können nie in der Masse der Studierenden untertauchen. Nicht erzählbar ist, dass sie darunter leiden und sich darüber ärgern. Vielmehr betonen sie, dass sie *„gut damit zurechtkommen"*, dass sie sich *„gut aufgenommen"* fühlen und die männlichen Kommilitonen hilfsbereit seien. Implizit wird damit die Omnipräsenz von Männern in der Informatik normalisiert, wenn Frauen als eigentlich ‚Außenstehende' oder ‚Fremde' von den Männern als eine Art normangebende Mehrheitsgesellschaft aufgenommen werden können – oder wohl auch nicht. Die Hilfsbereitschaft der Männer wird von den Frauen teilweise als eine Zuschreibung von Inkompetenz bewertet. Im Sinne von Tokenism fühlen sie sich immer wieder mit der Anforderung konfrontiert, ihre Befähigung für die Informatik zu beweisen.

Es ist die Sichtbarkeit als Frau, die nicht zuletzt auch das Bild der Informatik als (‚männliche') Disziplin prägt, wie ich im Weiteren an Interviewbeispielen aus dem Projekt „Weltbilder in der Informatik" zeigen werde.

Geschlechtliche Bipolarität und Informatik

Geschlecht wird grundlegend in einem zweigeschlechtlichen Rahmen gewusst, wonach es ausschließlich zwei Geschlechter gibt, die gegensätzlich sind und sich ausschließen. Mensch kann nur entweder Frau oder Mann sein. Damit einhergeht die Annahme, dass die beiden Geschlechter immer klar unterscheidbar seien. Männer werden immer in Abgrenzung zu Frauen und Frauen immer in Abgrenzung zu Männern wahrgenommen – Menschen die (vorgeblich) der gleichen Genusgruppe angehören, werden dieser Gruppe qua Wahrnehmung, Interpretation und Darstellung angeglichen. Die Differenzen zwischen den verschiedenen Frauen bzw. zwischen den unterschiedlichen Männern werden nivelliert, während zugleich die Differenzen zwischen den (zwei!) Geschlechtern hervorgehoben werden (Gildemeister und Wetterer 1995; Hirschauer 1996; Conell 2000). Idealiter ergänzen sich dann die als gegensätzlich gedachten Frauen und Männer im heterosexuellen Paar (Götsch 2014). Gleiches Verhalten wird als entweder weiblich oder männlich gedeutet, je nachdem, ob es von einer Frau oder von einem Mann gezeigt wurde (Lorber 2003). Und so konstatieren Regine Gildemeister und Angelika Wetterer (1992, S. 216) bezüglich der Vergeschlechtlichung von (beruflichen) Tätigkeiten, dass sie das *„Ergebnis einer Geschlechtertrennung [sind], die der geschlechtsspezifischen Arbeitsteilung immer schon vorausgeht"*.

Bipolarität von Geschlecht

In ähnlich stereotypisierender Weise beschreiben auch die von uns befragten Informatikstudierenden die Bipolarität von Geschlecht. Das Wissen der männlichen Studierenden über Frauen in der Informatik stützt sich lediglich auf Vermutungen, interessanterweise nicht auf ihre konkreten Erfahrungen mit Informatikerinnen bzw. Informatikstudentinnen, so dass deren Minderheitenstatus indirekt reproduziert wird. Zugleich knüpfen sie dabei – wie im Weiteren auch die Informatikstudentinnen – an ihr Alltagswissen über Frauen an und übertragen dieses Bild auf die Arbeitsfelder der Informatik. Eine Frau ist demnach grundsätzlich kommunikativ, sozial kompetent, sprachlich und ästhetisch begabt und familienorientiert. Nur wenige lassen hier Widersprüche zu und sehen Frauen differenzierter und damit auch irgendwie für die Informatik passend. Gerade die angenommene Teamfähigkeit, bessere Stressbewältigung und Zielgruppenorientierung von Frauen wird, so die Studierenden *„auch"*, d. h. ‚zusätzlich' in der Informatik gebraucht, wenn auch nicht im ‚Kern' der Informatik, der den technisch begabten Männer vorbehalten bleibt. Im Widerspruch dazu werden Informatikerinnen nicht als ‚richtige Frauen' konzipiert, die in dieser Logik weitergedacht dann wohl nicht so sozial sind, wie es die Informatik brauchen würde. Männer wie auch männliche Informatiker – die im Übrigen nicht auseinanderfallen – werden im Gegensatz dazu als konkurrenzorientiert, rational und effizient konzipiert, die zudem lieber alleine arbeiten. In den Vermutungen darüber, was ein höherer Frauenanteil in der Informatik bewirken würden, wird deutlich, dass lediglich das Arbeitsklima, jedoch nicht die technischen Ergebnisse eine Veränderung erfahren könnten. Zugleich wird heteronormativ spekuliert, dass sich mit mehr Frauen in der Informatik die Männer anders verhalten würden (was *„natürlich"* sei), nicht zuletzt, weil mehr Frauen mehr Optionen der Partnerinnenwahl eröffnen könnten. Die Verknüpfung von ‚Weiblichkeit' und technischer Kompetenz scheint für sie undenkbar.

Informatik zwischen ‚reiner' Technik und Interdisziplinarität

Die Bilder der Studierenden von Informatik zeigen eine Unterscheidung zwischen einer „reinen Informatik" oder einem „Kern der Informatik" und einer interdisziplinären, eher anwendungsorientierten Informatik, wobei diese Unterscheidung zugleich eine geschlechtliche Konnotation erfährt (Götsch et al. 2013).

Bezüglich der ‚reinen Informatik' wird deren objektiver Charakter – im Gegensatz zu den Geisteswissenschaften, die unterschiedliche Deutungsweisen jenseits von Richtig und Falsch zulassen – hervorgehoben. Informatik ist demnach *„Logik", „Abstraktion" und „kulturunabhängig"*. Informatik wird in diesem Bild als formal, starr, konstant und unveränderlich konzipiert. Entsprechend wird die Arbeit von Informatikern und Informatikerinnen als durch systematisches, strukturiertes und analytisches Denken gekennzeichnet beschrieben – womit ein direkter Bezug zur vorgeblich ‚typisch männlichen Eigenschaft' der Rationalität hergestellt wird. In Bezug auf das Bild bipolarer Geschlechtlichkeiten werden folglich Frauen (implizit) von der ‚eigentlichen' Informatik ausgeschlossen. Dies geschieht insbesondere dann, wenn gefordert wird, Informatik müsse sich auf ihre spezifisch technisch-mathematische, nur intern verstehbare Fachlichkeit konzentrieren. In dieser Logik wird dann Interdisziplinarität oder auch die Integration nicht technischer (‚männlicher') Komponenten in die Informatik als ‚Verwässerung' oder ‚Aufblähen' der Informatik wahrgenommen. Folglich wird gefordert, dass *„sich die Informatik schon auf die Informatik konzentrieren"* sollte. Teilweise wird der ‚reinen Informatik' an den Universitäten die anwendungsorientierte Informatik in Betrieben gegenübergestellt bzw. hierarchisiert, wonach die ‚reine Informatik' die höherwertige, echte Informatik zu sein scheint. Nur wer Informatik praktisch anwendet, braucht demnach ein gewisses Maß an interdisziplinärem Wissen, um mit anderen Berufsfeldern zusammenarbeiten zu können (Götsch et al. 2013).

Von anderen Studierenden wird Interdisziplinarität hingegen als Notwendigkeit der Informatik angesehen, die bis dahin reicht, dass Informatik als genuin interdisziplinäres Fach konzipiert wird. Hier wird einerseits gefordert, dass die Informatik sich um Interdisziplinarität, um mehr Durchlässigkeit ihrer disziplinären Grenzen bemühen müsse, nicht zuletzt, weil die Informatik in allen Disziplinen zur Anwendung kommt und die Informatik auf alle Disziplinen in irgendeiner Form angewiesen sei, oder, wie die Studierenden es formulieren: *„Informatik kommt überall zum Einsatz"* bzw. *„Informatik lebt eigentlich davon, dass man mit anderen Disziplinen zusammenarbeitet"* (Götsch et al. 2013).

Deutlich wird, dass hier kein einheitliches Bild von Informatik als ‚rein' vs. ‚interdisziplinär' gezeichnet wird, sondern unterschiedliche Bilder erzählt

werden. Wenn argumentiert wird, dass Frauen ebenso in die Informatik passen wie Männer, wird jedoch kaum Geschlecht vielfältiger gedacht, sondern vielmehr die Informatik offener, interdisziplinärer und anwendungsorientiert-er konzipiert – so dass die Bipolarität von Geschlecht durch die Hintertür der beiden Geschlechtern zugänglichen Informatik wieder hereinkommt.

Informatik als androzentrische Disziplin

Androzentrismus bedeutet, dass etwas als normal, als allgemein menschlich gilt, das jedoch (implizit) mit ‚männlich' gleichgesetzt wird. Fokussiert wird einseitig auf Männlichkeit und Männer, deren vorgeblich typischen, allgemeingültigen Lebens- Handlungs- und Wahrnehmungsweisen, die zum Normalen bzw. zur Norm erhoben werden. So beispielsweise die ‚Normalbiografie', die sich bei genauerem Hinschauen als die Idealbiografie eines weißen, heterosexuellen Mannes ohne Behinderung entlarvt und die Frauen bzw. Männer, die dieser Norm nicht entsprechen, systematisch ausgrenzt (Degele 2008). Auch hier ist es in der Informatik der Minderheitenstatus der Frauen, der den Androzentrismus selbstverständlich werden lässt. Wenn doch nur so wenige Frauen Informatik studieren, dann kann der normale Informatikstudierende nur männlich sein – so der Zirkelschluss dieser Logik (vgl. auch Grundy 2010 sowie Schulte und Knobelsdorf 2010). Informatik als scheinbar ‚neutrale' Disziplin ist durch die Dominanz von Männern ‚männlich' vorstrukturiert und schließt damit alles vorgeblich ‚weibliche' aus. Normal wird dann das, was als ‚männlich' gilt, nicht zuletzt durch den angenommenen Gegensatz von Natur und Kultur, wobei Natur als weiblich und Technik als Teil der Kultur männlich konnotiert ist – was Jeß-Desaever (1999) jedoch kritisch hinterfragt –, und sie betont, dass gerade die Trennung von Öffentlich und Privat wie auch von Natur und Kultur durch die neuen Informationstechnologien und virtuellen Räume durchlässiger wird.

Darüber hinaus kann Androzentrismus auch mit anderen normierenden Differenzkategorien einhergehen. Gabriele Dietze zeigt dies bezüglich Okzidentalismus und Geschlecht auf, wonach ‚der Westen' eine *„kulturelle Überlegenheit"* (2009, S. 24) gegenüber dem ‚Orient' herstellt, indem beispielsweise die eigene Fortschrittlichkeit vorgeblich verwirklichter Gleichstellung der Geschlechter hervorgehoben wird, in Abgrenzung zu der angenommenen Unterdrückung muslimischer Frauen.

Dem Androzentrismus und dem Okzidentalismus ist zugleich eine Hierarchisierung inhärent. Die klare Unterscheidung von Weiblich vs. Männlich bzw. West vs. Ost lässt sich auch in einer Hierarchie verorten, indem die jeweilig angenommenen Spezifika einer Bewertung unterzogen werden und damit als höher- oder minderwertig klassifiziert werden. Was hinsichtlich Ost und West auf der Folie von Modernisierung und Fortschrit-

tlichkeit geschieht, wird hinsichtlich Geschlecht entlang der Grenzziehung zwischen Öffentlich und Privat vollzogen. Demnach werden Tätigkeiten als privat oder öffentlich klassifiziert und entsprechend geschlechtlich konnotiert. Gesellschaftlich relevanter werden dann die Tätigkeiten eingeschätzt, die vorgeblich öffentlicher Natur sind, und das sind die angenommen typisch ‚männlichen' Tätigkeiten (Gildemeister und Wetterer 1995; Götsch 2014). Die entsprechende Hegemonie von Männlichkeit und Männern ist dadurch möglich, dass sich historisch-kulturelles Wissen und soziale Strukturen wie auch institutionalisierte Machtverhältnisse entsprechen (Conell 2000). Gestützt wird diese Vormachtstellung durch den „erfolgreich erhobenen Anspruch auf Autorität" mittels der Führungseliten von Militär, Wirtschaft und Politik, die sie nicht zuletzt durch eine *„korporative Inszenierung von Männlichkeit"* erlangen (Conell 2000, S. 98).

Der ‚normale' Weg in die Informatik

Ihre Entscheidung für ein Informatikstudium wird insbesondere von den männlichen Studierenden normalisiert und naturalisiert – während die Studentinnen ihren Weg in die Informatik viel eher als ‚Umweg' beschreiben. Deutlich wird hier das Wissen um die ‚normale' Studienmotivation, die für Männer offensichtlich erzählbarer ist, während Frauen ihre scheinbar außergewöhnliche Studienfachwahl besser als Alternative zu einem anderen Studienfach plausibilisieren können. Entsprechend beschreiben sich viele Informatikstudenten als schicksalshaft für die Informatik geeignet, ihr technisches Interesse ist ohne äußere Einflüsse, ohne Förderung von außen einfach seit frühester Kindheit dagewesen: „Es kann auch irgendwie in der Familie so gar keiner erklären, wo es herkommt. [...] Meine Eltern haben mir einen Rechner in den Raum gestellt und dann hab ich plötzlich angefangen."

Die Mehrzahl der von uns befragten weiblichen Studentinnen erzählen, dass sie die Informatik erst über ein anderes Studienfach, meist Mathematik, *„zufällig"* entdeckt hätten. Entsprechend bemerkt eine Studentin: *„Früher hätt' ich wahrscheinlich nie gedacht, dass ich mal Informatik studiere."* Und das, obwohl sie genau wie viele Studenten berichten, dass sie sich als Jugendliche in ihrer Freizeit mit Computern, Computerspielen usw. beschäftigt haben. Was für die Männer eine selbstverständlich erzählbare Studienmotivation begründet, die zudem normal erscheint (*„das fängt natürlich an mit irgendwelchen Spielekonsolen"*), scheint für Frauen kein Nachweis für ihre Befähigung zu sein. Sie beweisen ihre Eignung erst über den ‚Umweg' Mathematikstudium – vor diesem Hintergrund erscheint dann die als *„praktischer"* erlebte Informatik einfacher und auch für sie als Frauen machbar. Ihre Passung in die Informatik stellen sie über den Vergleich zur Mathematik her, die als schwieriger, zu theoretisch und unverständlicher bewertet wird – sie passen nicht qua Geburt, wie die Männer, in die Informatik, sondern, weil sie einfacher ist als Mathematik (Götsch 2013b).

Informatikerinnen sind keine richtigen Frauen

Dass ‚der Informatiker' eigentlich – das meint 'normalerweise' – ein Mann ist, darauf verweisen zudem die negativen Klischees über Informatiker, wie sie auch von den Studierenden reproduziert, aber nicht geteilt werden. Demnach sind Informatiker ‚Hardwarefreaks' und ‚Kellerkinder', die immerfort Kaffee trinken, einen Ledermantel tragen und lange Haare, picklige Haut sowie einen Bart haben und die insbesondere unsoziale Einzelgänger sind (vgl. Jaglo 2011). Auch die Beschreibung der „typischeren Informatiker", so, wie sie ‚wirklich sind', bleiben ‚männlich' konnotiert: Sie zeichnen sich, so die Studierenden, durch hohe Problemlösungsfähigkeit, Optimierungsehrgeiz, Technikaffinität und Rationalität aus. In Abgrenzung dazu werden Studierende der Wirtschaftsinformatik lächerlich gemacht, die sich gut gekleidet an die Regelstudienzeit halten und wenige eigene Ambitionen zeigen, sich darüber hinaus mit Informatik zu beschäftigen. Interessanterweise wird Wirtschaftsinformatik, wie andere Bindestrich-Informatiken auch, als „nicht richtige Informatik" bezeichnet und als ein Studienfach für Frauen. Frauen in der Informatik werden entweder von ihrem Frau-Sein gelöst oder sie werden in die Randbereiche der Informatik verwiesen (vgl. Götsch et al. 2013). Demnach gibt es in der Informatik „keine richtigen Frauen" oder: „Bei den weiblichen Informatikern [...] da gibt es komische Frauen und die meisten normalen Frauen sind dann halt Wirtschaftsinformatikerin und das ist ja schon was anderes". Entsprechend müssen sich Frauen häufig in ihren Selbstpositionierungen rechtfertigen, warum sie Informatik studieren, dass sie und wie sie mit den vielen Männern zurechtkommen. So erzählt eine Studentin, dass sie zum Ausgleich einen Sprachkurs macht, weil dort mehrheitlich Frauen seien. Mutmaßlich bleibt sie so eine ‚echte' Frau und kann dennoch in der Informatik als Ausnahme bestehen.

Die Normalität und Dominanz männlicher Informatiker wird auch dadurch herausgestrichen, dass sie vielfältig und differenziert beschrieben werden. Die ‚anderen' Informatiker und Informatikerinnen, so beispielsweise die Frauen, werden insbesondere als ‚anders' wahrgenommen, meist im Rahmen der typisch ‚weiblichen' Stereotypen – in ihrer Vielfältigkeit werden sie jedoch nicht thematisiert.

Männlichkeit und Okzidentalismus als Norm der Informatik

Die Studierenden wurden in den Interviews und Gruppendiskussionen danach gefragt, wie sie den Umstand einschätzen, dass beispielsweise in vielen Ländern der arabischen Halbinsel mehrheitlich Frauen Informatik

studieren, und warum es in Deutschland nur so wenige Informatikerinnen gibt. Als Erklärung wird hierfür im Rahmen von Öffentlich vs. Privat ein Bild gezeichnet, wonach die Gleichstellung der Geschlechter in sogenannten arabischen Ländern noch nicht sehr weit durchgesetzt sei – im Gegensatz zu Deutschland, so dass dort Frauen eine Berufstätigkeit wählen müssten, die im Privaten, d. h. in von der Öffentlichkeit abgeschotteten Räumen möglich sei –, und das könne die Informatik bieten: „Wenn die Frauen eh zuhause sitzen müssen, weil der Mann es nicht erlaubt, die dann vielleicht einen Computer haben und die da rangehen, die sagen dann: ‚Mach ich halt [Informatik].'" Frauen werden demnach dann zu Informatikerinnen, weil sie keine andere Wahl haben – nicht etwa, weil sie modern und emanzipiert sind. Deutlich wird damit zugleich, dass das Paradigma der Emanzipation nicht die Gleichstellung der Geschlechter ist, sondern die freie (geschlechtsspezifische?) Wahl.

Zugleich geht die Plausibilisierung des hohen Anteils von Informatikstudentinnen in Ländern der arabischen Halbinsel mit einer androzentrischen und kulturellen Abwertung einher. Diese Länder werden nicht nur als unemanzipiert, vormodern und traditionalistisch, sondern auch als unterentwickelt dargestellt, so dass auch die dortige Informatik nicht an die fortschrittlichen, deutschen Maßstäbe herankommt. Entsprechend formuliert ein Studierender: *„Also ich mein', Syrien oder Jordanien, ich weiß nicht, ob man da so qualitativ anständig Informatik studieren kann."* Hochwertige Informatik ist dann als Männerdomäne ebenso logisch wie qualitativ schlechte Informatik als Frauenstudium und Beruf für Frauen. Wie es Angelika Wetterer (2002) für den Wechsel des Geschlechts von Berufen konstatiert, werten auch die Studierenden Informatik ab, wenn sie vermehrt von Frauen ausgeführt wird.

Die Omnipotenz von Informatik

Ein weiterer Hierarchisierungsaspekt kommt dann zum Vorschein, wenn Studierende Informatik in Bezug zur modernen Welt setzen. Demnach sehen sie die Funktion informatischer Technik in der Verbesserung und Vereinfachung des alltäglichen Lebens der Menschen. Darüber hinaus sei Informatik das Kennzeichen der modernen Welt, da sie allgegenwärtig und für alle Lebensbereiche relevant ist. Diesbezüglich heben sie insbesondere die Möglichkeiten globaler Vernetzung hervor und ihren Nutzen für Individuen, Gesellschaften und die Demokratisierung. Entsprechend erscheint Informatik als Triebfeder des Fortschritts und moderner – nicht nur technischer – Innovationen. Durch die Informatik haben sich nicht nur die Kommunikation und technischen Möglichkeiten verändert, sondern, so einige Studierende, das Denken insgesamt. Informatik wird so als die entscheidende Wissenschaft der Zukunft konstruiert. Wenn der Informatik eine solche Omnipotenz

zugeschrieben wird und sie zugleich männlich-okzidental konnotiert ist, dann wird Informatik in einer Geschlechterhierarchie ebenso verortet, wie Geschlecht durch Informatik hierarchisiert wird.

Brüchige Bilder von Informatik und Geschlecht – Fazit

Die stereotypen, bipolaren Vorstellungen von Geschlecht und Informatik sowie ein scheinbar konsequenter Androzentrismus, der zudem mit einem Okzidentalismus verbunden wird, scheinen auf den ersten Blick wenig Potenzial für Veränderungen aufzuweisen. Die Ausnahmefrau in der Informatik scheint lediglich die männliche Norm zu bestätigen. Sie irritiert nicht, sie stellt das Selbstverständnis von Informatik nicht in Frage. Wenn sie doch vorkommt, dann nur in informatischen Bereichen, die keine ‚echte' Informatik sind, oder in Ländern, die keine qualitativ hochwertige Informatik anbieten können. Dennoch gibt es Widersprüchlichkeiten in den Bildern der Informatikstudierenden, die zumindest auf die Kontingenz entsprechender Wissensformationen verweisen. Wenn die Bilder von Frauen einerseits suggerieren, dass ‚richtige' Frauen nicht technisch begabt und deshalb nur für die Randbereiche der Informatik geeignet seien, und Frauen zugleich ihren Weg in die Informatik über ihr Erststudium Mathematik plausibilisieren, dann zeigt sich hier ein Bruch. Denn, wenn Frauen Mathematik können, dann können sie auch ‚richtige' Informatik. Wenn Informatik als im Privaten stattfindende Tätigkeit konzipiert wird – im Übrigen nicht nur für arabische Frauen, sondern auch für die okzidentalen ‚Kellerkinder' – und Frauen zugleich auf den reproduktiven Bereich des Sozialen verwiesen werden, dann bekommt die Männlichkeit der Informatik Risse. Wenn Frauen in arabischen Ländern Informatik studieren, weil sie noch nicht so modern sind wie in Deutschland, wie kann dann die Informatik eine Modernisierungsdisziplin bzw. eine moderne Disziplin sein? Offen bleibt, ob diese Widersprüche durch die dennoch recht unbeirrten Bipolaritäten und Androzentrismen belanglos werden oder auf Wandlungsprozesse verweisen.

Literatur

Berger, Peter. 2001. *Computer und Weltbild: Habitualisierte Konzeptionen von der Welt der Computer*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.

Conell, Raewyn. 2000. *Der gemachte Mann*. Opladen: Leske & Budrich.

Degele, Nina. 2008. *Gender/Queer Studies: Eine Einführung*. Paderborn: Fink.

Degele, Nina und Monika Götsch. 2014. Rhetorische Modernisierung reifiziert. In *Festschrift für Angelika Wetterer*, herausgegeben von Gerlinde Malli und Susanne Sackl, Graz: i. E.

Dietze, Gabriele. 2009. *Okzidentalismuskritik, Möglichkeiten und Grenzen einer Forschungsperspektivierung. In Kritik des Okzidentalismus: Transdisziplinäre Beiträge zu (Neo-)Orientalismus und Geschlecht*, herausgegeben von Gabriele Dietze, Claudia Brunner und Edith Wenzel. Bielefeld: transcript-Verlag. S. 23–54.

Dölling, Irene. 2005. ‚Geschlechter-Wissen' – ein nützlicher Begriff für die ‚verstehende' Analyse von Vergeschlechtlichungsprozessen? *Zeitschrift für Frauenforschung und Geschlechterstudien*, 23. Jg. (1+2): S. 44–62.

Gildemeister, Regine und Angelika Wetterer. 1995. Die soziale Konstruktion der Zweigeschlechtlichkeit und ihre Reifizierung in der Frauenforschung. In *TraditionenBrüche: Entwicklungen feministischer Theorie,* herausgegeben von Gudrun-Axeli Knapp und Angelika Wetterer. Freiburg im Breisgau: Kore-Verlag. S. 201-254.

Götsch, Monika. 2005. *Jugendliche Bilder von Sexualität und Geschlecht*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Evangelische Hochschule Freiburg.

Götsch, Monika. 2013a. Die Erhebungs- und Analysemethoden. *Informatik Spektrum 36/3*, Sonderheft: Weltbilder in der Informatik: Sichtweisen auf Profession, Studium, Genderaspekte und Verantwortung: S. 257–258.

Götsch, Monika. 2013b. „Das fängt natürlich an mit irgendwelchen Spielekonsolen" – oder: Was dazu motiviert, Informatik (nicht) zu studieren. *Informatik Spektrum 36/3*, Sonderheft: Weltbilder in der Informatik: Sichtweisen auf Profession, Studium, Genderaspekte und Verantwortung: S. 267–273.

Götsch, Monika. 2014. *„'n Kerl mit sechzehn Jahren, der noch nie 'nem Weib an die Wäsche gegangen ist, gibt's ja eigentlich kaum noch"* – Sozialisation heteronormativen Wissens. Opladen: i. E.

Götsch, Monika, Yvonne Heine und Karin Kleinn. 2013. „... dass auf einmal 'n blue screen 'n pink screen wäre" – Diversity-Konzepte von Studierenden der Informatik. *Informatik Spektrum 36/3*, Sonderheft: Weltbilder in der Informatik: Sichtweisen auf Profession, Studium, Genderaspekte und Verantwortung: S. 278–286.

Grundy, Frances. 2010. Gender and interdisziplinarity between Mathematics and Informatics? In *Geschlechterforschung in Mathematik und Informatik: Eine interdisziplinäre Herausforderung*, herausgegeben von Mechthild Koreuber. Baden-Baden: Nomos. S. 223-236

Hahn, Michael und Cornelia Helfferich. 2007. *Gender-Fragen in männlich dominierten Organisationen: Erfahrungen mit der Fortbildung „Partnerschaftlich Handeln" bei der Bundeswehr*, herausgegeben von der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, Köln.

Hirschauer, Stefan. 1996. Wie sind Frauen, wie sind Männer? Zweigeschlechtlichkeit als Wissenssystem. In *Was sind Frauen? Was sind Männer? Geschlechterkonstruktionen im historischen Wandel*, herausgegeben von Christiane Eifert. Frankfurt am Main: Suhrkamp. S. 240-256.

Jaglo, Maggie. 2011. „ich hab' mal gehört, dass FRAUEN sauberer programmieren." – „ach was.": Geschlechtervorstellungen von Informatikstudierenden; eine rekonstruktive Analyse. B. A. Bachelorarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/8755/.

Jaglo, Maggie. 2013. „Hardwarefreaks und Kellerkinder" – Klischeevorstellungen über Informatik und die Auseinandersetzung der Studierenden damit. *Informatik Spektrum 36/3*, Sonderheft: Weltbilder in der Informatik: Sichtweisen auf Profession, Studium, Genderaspekte und Verantwortung: S. 274–277.

Jeß-Desaever, Ute. 1999. *Die digitale Zukunft der Geschlechter*. Oldenburg: Bis.

Kanter, Rosabeth M. 1993. *Men and women in corporation*. New York: Basic Books.

Kleinn, Karin, Monika Götsch, Yvonne Heine und Britta Schinzel. 2013. Das DFG-Projekt „Weltbilder in der Informatik". *Informatik Spektrum 36/3*, Sonderheft: Weltbilder in der Informatik: Sichtweisen auf Profession, Studium, Genderaspekte und Verantwortung: S. 251–256.

Lorber, Judith. 2003. *Gender-Paradoxien*. Opladen: Leske & Budrich.

Paulitz, Tanja und Bianca Prietl. 2013. Spielarten von Männlichkeit in den „Weltbildern" technikwissenschaftlicher Fachgebiete. Eine vergleichende empirische Studie an österreichischen Technischen Hochschulen. *Informatik Spektrum 36/3*. Sonderheft: Weltbilder in der Informatik: Sichtweisen auf Profession, Studium, Genderaspekte und Verantwortung: S. 300–308.

Puchert, Ralf und Stephan Höyng. 2000. *Die Ausbremser. Wie Männer die Gleichstellung verhindern*. Zürich: Kreuz.

Schiller, Jochen. 2010. Die Informatik ist männlich ... In *Geschlechterforschung in Mathematik und Informatik: Eine interdisziplinäre Herausforderung*, herausgegeben von Mechthild Koreuber, S. 5–6. Baden-Baden: Nomos.

Schinzel, Britta. 2006. Technik-Naturwissenschaften-Gesellschaft … mit Genderblick. *ifz soziale technik: Zeitschrift für sozial- und umweltverträgliche Technikgestaltung 2/06*: S. 15–19.

Schinzel, Britta. 2012. Geschlechtergerechte Informatik-Ausbildungen an Universitäten. In *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik*, herausgegeben von Marita Kampshoff und Claudia Wiepcke. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 331-344.

Schinzel, Britta. 2013. Weltbilder und Bilder der Informatik. *Informatik Spektrum 36/3*, Sonderheft: Weltbilder in der Informatik: Sichtweisen auf Profession, Studium, Genderaspekte und Verantwortung: S. 260–266.

Schulte, Carsten und Maria Knobelsdorf. 2010. „Jungen können das eben besser" – Wie Computernutzungserfahrungen Vorstellungen über Informatik prägen. In *Geschlechterforschung in Mathematik und Informatik: Eine interdisziplinäre Herausforderung*, herausgegeben von Mechthild Koreuber. Baden-Baden: Nomos. S. 87-110.

Teubner, Ulrike. 2011. Die Geschlechterordnung im Berufsfeld Informatik – ein internationaler Vergleich. In *Diversity als Erfolgsmodell: 10 Jahre Internationaler Frauenstudiengang Informatik*, herausgegeben von Gerlinde Schreiber, Dokumentation des Workshops an der Hochschule Bremen, Oktober 2010, S. 93–99.

Wetterer, Angelika. 2002. *Arbeitsteilung und Geschlechterkonstruktion: »Gender at work« in theoretischer und historischer Perspektive*. Konstanz: UVK-Verlag.

Wetterer, Angelika. 2003. Rhetorische Modernisierung: Das Verschwinden der Ungleichheit aus dem zeitgenössischen Differenzwissen. In *Achsen der Differenz: Gesellschaftstheorie und feministische Kritik II*, herausgegeben von Gudrun-Axeli Knapp und Angelika Wetterer. Münster: Westfälisches Dampfboot. S. 286-319.

Wetterer, Angelika. 2008. Geschlechterwissen: Zur Geschichte eines neuen Begriffs. In *Geschlechterwissen und soziale Praxis: Theoretische Zugänge – empirische Erträge*, herausgegeben von Angelilka Wetterer. Königstein im Taunus: Helmer. S. 13-36.

2.4 Fach und Geschlecht

Neue Perspektiven auf technik- und naturwissenschaftliche Wissenskulturen

Tanja Paulitz[1]

Dieser Beitrag geht der Frage nach, wie fachliche Orientierungen und Wissensbestände in Natur- und Technikwissenschaften geschlechtlich codiert sind. Damit ist primär ein Zugang zum Thema „Wissenschaft und Geschlecht" verbunden, der die epistemische Dimension fokussiert. Es wird also der Annahme gefolgt, dass Wissen und Geschlecht zusammenhängen, genauer, die Praktiken der Wissensgenerierung und die Praktiken der Geschlechterunterscheidung. Die vorgelegte fächervergleichende Studie versteht sich somit als Beitrag zu einer Fachkulturforschung, die davon ausgeht, dass Fächer nicht in sich homogen sind und dass sie auch nicht in sich „männlich" oder „weiblich" sind, sondern, dass Fachverständnis und Geschlecht im Wechselbezug zueinander konstruiert werden und dass diese Konstruktionen stets fragil, uneinheitlich und umstritten bleiben. Interessant wird diese Betrachtungsweise v. a. dann, wenn man eine größere Bandbreite von natur- und technikwissenschaftlichen Wissenskulturen einbezieht.

Diskursive Praktiken der Unterscheidung von Fach und Geschlecht

Angelehnt an *konstruktivistische* Perspektiven in der Geschlechterforschung (vgl. u. a. Gildemeister und Wetterer 1992; Helduser et al. 2004) und hier insbesondere auch an die geschlechtersoziologischen Arbeiten zu Berufen, wie sie auch maßgeblich theoretisch von Angelika Wetterer (1994; 2002) profiliert

1 Unter Mitarbeit von Susanne Kink und Bianca Prietl, Austrian Science Fund/Österreichischer Wissenschaftsfond (FWF): P22034-G17.

wurden, wird davon ausgegangen, dass *Geschlecht* im Kontext der Konstruktion von Berufen mitkonstruiert wird. Damit ist die Auffassung verbunden, dass Tätigkeiten nicht qua Natur Männer- oder Frauentätigkeiten sind, sondern, dass Tätigkeiten im Sinne einer kulturellen Konstruktion ein Geschlecht zugeschrieben wird und im Zuge dieser Zuschreibung Männer bzw. Frauen unterschieden und konstituiert werden. Diese Perspektive ist nahtlos verbindbar mit Grundauffassungen in der feministischen Wissenschafts- und Technikforschung, genauer, mit der zentralen These, dass Wissenschaft bzw. Technik und Geschlecht koproduziert werden (vgl. Wajcman 2000; Singer 2005). Allerdings haben sich weite Teile der geschlechtersoziologischen Beschäftigung mit dem „Doing Science" primär mit der sozialen Dimension der Wissenschaft beschäftigt – so auch pointiert und dezidiert bei Beate Krais (2000; Beaufays und Krais 2005) – und weniger die epistemische Dimension von Fachkulturen im Sinne von Wissenskulturen und deren Verwobenheit mit Geschlecht in den Blick genommen.

Unter dem Begriff Wissenskulturen untersucht die neuere Wissenschaftsforschung, hier stark verbunden mit dem Namen Karin Knorr-Cetina (1999), die Kulturen der Herstellung wissenschaftlichen Wissens. In diesem breiten Kontext wurden von der Geschlechterforschung die Geschlechtszuschreibungen des in spezifischen Wissenskulturen dominanten Bildes vom Wissenschaftler ausgeleuchtet (vgl. v. a. Keller 1986; Daston 2003; Traweek 1988; Lucht 2004; Heintz et al. 2004; für die Technikwissenschaften vgl. Paulitz 2012). Mit dem hier vorgelegten Zugang ist verbunden, die Konstruktion von Männlichkeit näher in Augenschein zu nehmen, mithin die in den Praktiken der Unterscheidung rekonstruierbaren unterschiedlichen Konstruktionsweisen von Männlichkeit. Fokussiert man Praktiken der Unterscheidung, so betrachtet man weder fachliche Wissenschaft noch Geschlecht als einfach gegebene objektive Unterschiede, sondern als stets gemacht und damit prinzipiell instabil und der Möglichkeit von Veränderung ausgesetzt.

Die folgenden Ausführungen basieren auf Ergebnissen aus zwei empirischen Forschungsprojekten.[2] In ihnen wurden die Wissenskulturen der Technikwissenschaften und der Naturwissenschaften in ihrer größeren Bandbreite auf solche vergeschlechtlichte diskursive Praktiken der Distinktion hin untersucht. Um es knapp vorwegzunehmen: Es wird sich zeigen, dass die Koproduktion von Fach und Geschlecht in den untersuchten Wissenskulturen weitgehend latent und präreflexiv abläuft und dabei unterschiedliche Konstruktionsweisen des primär männlich codierten Natur- bzw. Technikwissenschaftlers rekonstruierbar sind. Die Ergebnisse weisen insbesondere auch

2 Beide Projekte wurden unter Leitung der Autorin und unter Mitwirkung von Bianca Prietl und Susanne Kink an der Universität Graz gefördert und vom FWF, dem Land Steiermark und NAWI Graz durchgeführt.

auf fachlich variierende Männlichkeitskonstruktionen *innerhalb* der Natur- bzw. *innerhalb* der Technikwissenschaften hin. Im Zentrum der Betrachtung unserer Untersuchung stehen Unterscheidungen zwischen grundlagen- und anwendungsorientierten Wissenskulturen.

Vermeintlich neutrale Wissenskulturen – und ihr Geschlecht

Zum empirischen Zugang

Auf der Basis qualitativer Interviews wurden heutige Wissenskulturen in technik- und naturwissenschaftlichen Fachgebieten, wie z. B. in der analytischen Chemie, der Biomechanik oder der elektrischen Antriebstechnik, vergleichend untersucht. Das Sample umfasst 48 leitfadengestützte Interviews mit Fachvertretern und Fachvertreterinnen aus diesen sehr unterschiedlichen Fachgebieten; davon wurden 14 mit Frauen geführt. Die Ziehung der Stichprobe zielte darauf, systematisch ein breiteres Spektrum traditionellerer und jüngerer Disziplinen zu erfassen und darin sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierte Fachgebiete in den Blick zu nehmen. Im Zentrum stand das Interesse, inwieweit die Grundlagen- bzw. Anwendungsorientierung von Fachgebieten mit Geschlechterdifferenzierungen verwoben ist. In den Interviews wurde danach gefragt, *wie* die Fachvertreter/-innen ihr Fach, ihr Berufsbild und ihre Tätigkeit verstehen und gegenüber anderen Gebieten abgrenzen. Grundsätzlich wurden alle Interviewfragen offen gestellt, so dass die Interviewten ihre *eigenen* Kriterien der Unterscheidung vorbringen und *relevant machen konnten*. Geschlecht ist von der Interviewerin erst in einem fortgeschrittenen Stadium des Gespräches thematisiert worden. So war es den Interviewten selbst überlassen, Fragen zu ihrem Fachgebiet mit Fragen zum Geschlecht bzw. zu Frauen zu verbinden.

Beanspruchung fachlicher Neutralität

Auf den ersten Blick scheinen die in den Interviews produzierten Fach- und Berufskonzeptionen nicht in Verbindung mit der sozialen Kategorie „Geschlecht" zu stehen. D. h., abgesehen von den Antworten auf die explizit gestellten Fragen haben die Interviewten das Thema „Geschlecht" so gut wie gar nicht eigenständig angesprochen und die betreffenden Interviewpassagen nicht verbunden. Teilweise wurde auch die Neutralität des jeweiligen Fachgebietes betont. Ein erster Befund unserer Analyse ist demnach, dass Technik- wie Naturwissenschaftler und -wissenschaftlerinnen in der Interviewsituation kaum dezidiert auf Geschlechterstereotype als symbolische Ressourcen zurückgreifen, um ihr Fach zu beschreiben und zu positionieren. Obgleich die strukturelle Unterrepräsentanz von Frauen sehr wohl anerkannt

wird, präsentieren die Befragten alles, was mit Geschlecht oder mit Frauen zu tun haben könnte, als vollständig externen und rein politischen Faktor, der in keiner Verbindung zum Fachlichen steht. D. h., Gründe für die geringere Frauenbeteiligung in technik- und naturwissenschaftlichen Feldern werden beispielsweise in der Erziehung oder im Schulunterricht gesucht, aber nicht am eigenen Fach oder Beruf festgemacht. Eine Ausnahme hiervon bilden einige Interviews mit Frauen; diese thematisieren immer wieder einmal „Geschlecht" eigenständig und bezeichnen dabei auch ihr jeweiliges Fachgebiet zumindest in struktureller Hinsicht als „Männerdomäne". Dennoch produzieren sie en gros ähnliche Fachvorstellungen wie ihre männlichen Kollegen und beanspruchen ebenso fachliche Neutralität.

Hinweise darauf, dass Geschlecht als soziale Kategorie in den Fach- und Berufsvorstellungen der Technik- und Naturwissenschaften nicht gänzlich irrelevant ist, finden sich eher in vermeintlichen Nebenbemerkungen, wie etwa in eingestreuten Äußerungen von Frauen über ihre Minderheitenposition in ihrer beruflichen Männerdomäne oder in scherzhaft präsentierten Redeverunsicherungen in Hinblick auf geschlechterrelevante Aspekte. Beispielsweise meint ein Bauingenieurprofessor: „Das sind Dinge, die (,) ah ich bin ein Mann, man muss vorsichtig sein, wenn man einer Frau gegenüber über das spricht, weil es oft falsch verstanden wird" (TeWi_08: Z. 480–482).[3] So scheint es doch eine zumindest indirekte und subtilere Form der Verknüpfung zwischen der Kategorie Geschlecht und den technik- und naturwissenschaftlichen Fachverständnissen zu geben, denen es methodisch auf die Spur zu kommen gilt.

Rekonstruktion indirekter Verknüpfungen von Fach und Geschlecht

Dementsprechend wurde im Zuge der Auswertungsarbeiten ein methodischer Analysezugang entwickelt, der es erlaubt, solche indirekten Verbindungen zwischen fachlichen Vorstellungen und Geschlechtervorstellungen zu rekonstruieren. Hierzu wurden unterschiedliche Interviewpassagen – nämlich einerseits jene, in denen Fachvorstellungen entwickelt werden, und andererseits jene, in denen Geschlechtervorstellungen präsentiert werden – genauer auf Verbindungen untersucht. Als Anknüpfungspunkt für solche Verbindungen zwischen Fach und Geschlecht erwiesen sich Ähnlichkeiten in den jeweiligen Argumentationsmustern der fach- und geschlechterbezogenen Unterscheidung. Dies sei am Beispiel des Interviews mit der Fachvertreterin

3 Zitate aus den im Rahmen der empirischen Untersuchung geführten und ausgewerteten Interviews werden, entsprechend der gewählten Systematik, im Folgenden unter Angabe der jeweiligen Interviewnummer und der entsprechenden Zeilenangaben des Transkripts ausgewiesen.

eines theorieorientierten Grundlagenfachs der Chemie verdeutlicht: In ihrer Erklärung dafür, warum nur so wenige Studierende sich in ihrem Gebiet spezialisieren, wird die hohe Anforderung an mathematische Befähigung und v. a. Neigung zu einer zentralen Norm im Fachverständnis:

„Nein ich glaube auch, dass sie [Studierende] sich vor der Mathematik ein bisschen schrecken. [...] Die physikalische Chemie ist sehr mathematiklastig, man muss die Grundlagen der Mathematik gut können, man muss das auch gern tun. Das stimmt auch für die [...] theoretische Chemie auf jeden Fall, und es ist ein Fach, das schwierig zu verstehen ist" (NaWi_14, Z. 187-181).

D. h., mathematische Fähigkeiten und Neigungen dienen als eine zentrale symbolische Ressource in der Konzeption und Positionierung ihres Fachgebietes innerhalb des größeren Bereichs der Chemie. Vergleicht man diese Ausführung zum fachlichen Selbstverständnis mit Aussagen der Interviewpartnerin zu Frauen in der Chemie, so kehrt genau dieses Argumentationsmuster der Unterscheidung – diesmal allerdings geschlechtlich markiert – wieder.

„Ich glaube einfach, dass die Zahl der Frauen, die Mathematik mögen und sich dann vorstellen können, dass sie in dem Gebiet was arbeiten, viel, viel niedriger ist. (...) Und da gibt es einfach viele Leute, die [reine Mathematik] nicht verstehen und damit nicht umgehen können, und viel mehr Frauen, die das nicht so gern haben" (NaWi_14: Z. 376-382).

Wie dieser Interviewauszug zeigt, betont die Interviewpartnerin, dass Frauen im Allgemeinen nicht mathematikaffin seien, und spricht ihnen damit jene Neigung ab, die das zentrale Differenzierungsmerkmal ihres Fachgebiets darstellt.

Auf der Basis solcher Ähnlichkeiten in den Argumentations- und Grenzziehungsmustern in den Interviews – hier vorhandene oder abgesprochene Mathematikaffinität – lässt sich schließen, dass trotz vermeintlich neutraler Fachpräsentationen implizit eine unbewusste Geschlechternorm im Hintergrund des Fachverständnisses steht. Das hier zu formulierende Argument ist, dass die Interviewpartnerin vermittels der Kontrastierung von „Frauen" mit „reiner Mathematik" für ihr Fachgebiet die Vorstellung vom mathematikaffinen Mann produziert.

Heterogene Muster der Vergeschlechtlichung

Anhand dieses methodischen Vorgehens können schrittweise solche Vergeschlechtlichungen der vermeintlich neutralen Fach- und Berufsvorstellungen von Technik- und Naturwissenschaftlern und -wissenschaftlerinnen rekonstruiert werden. Diese Vergeschlechtlichungen sind weit davon entfernt, immer ein und demselben Muster zu folgen. D. h., nicht überall werden

Frauen einfach als mathematikabstinent und Männer unterschwellig als mathematikaffin konstruiert. Die vergeschlechtlichten Argumentationsmuster weisen hingegen eine größere Variationsbreite auf. Frauen wird beispielsweise einmal mathematische Begabung abgesprochen, in anderen Fällen wird ihnen genau diese zugesprochen. Doch durchgängig führen die Argumentationen zu einer subtilen männlichen Codierung des Fachs. Insgesamt haben wir sieben verschiedene Muster der Vergeschlechtlichung rekonstruiert.

Die somit aufgezeigte Variabilität und Unterschiedlichkeit bedeutet jedoch nicht, dass die Vergeschlechtlichungen zufällig oder beliebig sind. Vergleicht man, welche Vergeschlechtlichungsmuster in welchen Fachgebieten zu finden sind, so zeigt sich ein recht deutliches Bild. Das zuvor erläuterte Beispiel folgt einem verbreiteten Muster, das auch in anderen Fachgebieten zu finden ist, nämlich exakt jene zentrale fachliche Kernkompetenz in einer Weise geschlechtsspezifisch zu verstehen, dass sie Frauen tendenziell abgesprochen wird. Dieses Vergeschlechtlichungsmuster findet sich durchgängig in grundlagenorientierten Fachgebieten der Natur- und Technikwissenschaften. M. a. W. basiert die Konstruktion des vergeschlechtlichten Forschers in diesem grundlagenorientierten Fachgebiet im Wesentlichen auf einer unausgewiesenen, männlich codierten Norm fachspezifischen Interesses bzw. besonderer Begabung und Neigung.

Rekapituliert man die Analyse bis zu diesem Punkt, so zeichnen sich also zwei zentrale Einsichten ab: Erstens, obgleich die untersuchten Berufs- und Fachvorstellungen auf den ersten Blick geschlechtsneutral gehalten sind, macht unser analytischer Zugang implizite Koproduktionen von Fach, eigentlich Fachgebiet, und Geschlecht sichtbar. Zweitens kann festgehalten werden, dass es unterschiedliche Formen der Vergeschlechtlichung sowohl zwischen als auch innerhalb von Natur- und Technikwissenschaften gibt. D. h., es gibt nicht nur ein Bild vom männlichen Naturwissenschaftler bzw. eine Vorstellung vom männlichen Ingenieur.

Spielarten natur- und technikwissenschaftlicher Männlichkeit

Zum Abschluss lohnt sich ein vertiefter Blick in diese verschiedenen Spielarten natur- bzw. technikwissenschaftlicher Männlichkeitskonstruktionen (vgl. auch Paulitz und Prietl 2013). Für die *Technikwissenschaften* konnten zwei dominante Vorstellungen des Fachs rekonstruiert werden: der technische Theoretiker und der technische Generalist. Der *technische Theoretiker* findet sich primär in grundlagenorientierten, theoretisch arbeitenden Fachgebieten und versucht, sich naturwissenschaftsnah zu präsentieren; demgegenüber dominiert der *technische Generalist* in anwendungsorientierten, experimentell arbeitenden und industrienahen Fachgebieten. In den *Naturwissenschaften* konnten (neben weiteren Varianten) inhaltlich vergleichbare Fach- und Berufsvorstellungen in korrespondierenden Grundlagen- bzw. Anwendungsfächern nachgezeichnet werden: zum einen der *naturwissenschaftliche Grundlagenforscher*, zum anderen der *anwendungsorientierte Naturwissenschaftler*. Betrachtet man nun solche technikwissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Männlichkeitskonstruktionen im Vergleich, so sind partielle Überlagerungen erkennbar. Konkret heißt das, dass es große Ähnlichkeiten in den Fachvorstellungen zwischen technischem Generalisten und anwendungsorientiertem Naturwissenschaftler einerseits und zwischen technischem Theoretiker und naturwissenschaftlichem Grundlagenforscher andererseits gibt.

Die in *grundlagenorientierten* Fachgebieten der Technik- und Naturwissenschaften vorherrschenden fachlichen Selbstverständnisse orientieren sich am Ideal des Wissenschaftlers als intrinsisch motivierten, rein am Erkenntnisfortschritt interessierten Forscher. Besondere Bedeutung hat folglich das im Forscher selbst verortete Erkenntnisinteresse. Eine Interviewpartnerin im Bereich der Biowissenschaften beschreibt dies in Form von intrinsischer *Neugierde* folgendermaßen:

„Und da muss man neugierig bleiben, die ganze Zeit, dass man sagt: ‚Ok, ich möchte etwas Neues ausprobieren, ich möchte da hineinschauen, ich möchte das noch machen.‘ Ich glaube die intrinsische Neugierde ist schon wichtig“ (NaWi_25: Z. 311–312).

Entsprechend dieser theoretischen Orientierung werden mathematische Fähigkeiten, sogar Neigungen und Begabungen, als zentrale Voraussetzung gefordert. Ein Elektrotechnikprofessor drückt diese Forderung nach mathematisch-abstraktem Denken wie folgt aus:

„[F]ür Elektrotechnik braucht man natürlich Mathematik. D. h., es ist sehr wichtig, dass man irgendwie mathematisch eingestellt ist und mathematische Kenntnisse mitbringt und auch Interesse für mathematische Fragestellungen. Mathematik bedeutet letzten Endes irgendeine abstrakte Fragestellung“ (TeWi_01: Z. 214–217).

Die von praktischen Belangen losgelöste Forschungsorientierung äußert sich auch in den typischen Karriereverläufen der Interviewten. Wie die Auswertung der soziodemografischen Daten zeigt, haben alle eine reine Universitätskarriere durchlaufen.

Im Gegensatz dazu sind der technische Generalist und der anwendungsorientierte Naturwissenschaftler v. a. in industrienahen Fachgebieten zu finden. Dieser strukturellen wie epistemischen Ausrichtung entsprechend, sind Anforderungen an angewandt-praktische Erfahrungen ebenso zentral wie eine an konkreten Herausforderungen der Praxis orientierte Problemlösungskompetenz. Ein Professor im Bereich Bauingenieurwesen macht diese Anforderungen auch für seine eigene Stelle stark:

„Also für mein Fachgebiet […], das sagt ja schon der Name, dass das logischerweise sehr anwendungsorientiert ist. Ist natürlich die praktische Erfahrung Grundvoraussetzung. Es hat meiner Meinung nach keinen Sinn, wenn hier jemand sitzt, der nie auf einer Baustelle war. Der nie eine Firma geleitet hat, der nie Führungsverantwortung gehabt hat" (TeWi_08: Z. 157–162).

Diese Berufsvorstellung umfasst dementsprechend üblicherweise langjährige Industrietätigkeit, nicht zuletzt, weil industrielle Arbeitserfahrungen hoch geschätzt werden. Im Gegensatz zum Ideal des abstrakten Erkenntnisinteresses steht im Mittelpunkt des biografischen Narrativs des technischen Generalisten und anwendungsorientierten Naturwissenschaftlers ein stärker anwendungsbezogenes Gestaltungsmotiv, wie das folgende Zitat zeigt:

„Ich habe damals ja Ökologie studiert, weil ich einfach schon wirklich was an der Umwelt verändern wollte, also diese Intention hat sich eigentlich bei mir eigentlich nicht sehr geändert, also das war eigentlich schon damals was, was ich gerne machen wollte" (NaWi_09_Nacherhebung: Z. 373–375).

Das Fach- und Berufsverständnis von technischen Generalisten und anwendungsorientierten Naturwissenschaftlern wird besonders stark von Ökonomisierungstendenzen der Wissenschaft geprägt. Ein Fachvertreter des Bauingenieurwesens benennt in Hinblick auf eine zunehmende Ökonomisierung der Technikwissenschaften auch dezidiert einen Wandel im Berufsbild:

„Und in der Richtung hat sich natürlich auch das Berufsbild sehr stark geändert. […] Man ist nicht nur Wissenschaftler, man darf nicht mehr nur Wissenschaftler sein, sondern man ist mindestens halb so viel (,) vielleicht nicht ganz halb, aber man muss gleich stark auch (,) immer die wirtschaftliche Komponente mit" (TeWi_03: Z. 600–605).

Damit geht einher, dass nicht das Bild des Forschers zentral für das eigene Fach- und Berufsverständnis ist, sondern das des Forschungsmanagers, wie ein Mathematikprofessor deutlich macht:

„Und da ist es so, dass man halt immer mehr zum Wissenschaftsmanager und zum Verwaltungsmenschen abdriftet. Und eigentlich die, man versucht immer noch selber auch die Wissenschaft noch zu machen, aber das tritt immer mehr in den Hintergrund" (NaWi_29: Z. 250–252).

Resümierend kann hier folglich erstens festgehalten werden, dass es unterschiedliche Spielarten von Männlichkeit sowohl zwischen als auch innerhalb von Natur- und Technikwissenschaften gibt. D. h., Vorstellungen von dem männlichen Naturwissenschaftler bzw. dem männlichen Ingenieur greifen eindeutig zu kurz. Gleichzeitig gibt es aber auch weitläufige Überlappungen in manchen Natur- und Technikwissenschaftlichen Fach- und Berufsverständnissen. Zweitens wurde gezeigt, dass diese technik- und naturwissenschaftlichen

Männlichkeitskonstruktionen nicht einfach beliebig variieren, sondern mit epistemischen Merkmalen der Fachgebiete – hier der Grenzziehung zwischen Grundlagen und Anwendung – korrelieren.

Conclusio

Die aus den Interviews mit Fachvertretern und Fachvertreterinnen der Natur- und Technikwissenschaften gewonnenen Einsichten zeigen, dass die Verwobenheit von Fach und Geschlecht nicht inhaltlich stabil, sondern äußerst kontextspezifisch und variabel ist. Als übergreifendes Muster zeichnet sich dies so ab: Grundlagenorientierte Fachgebiete bringen eine andere Konzeption wissenschaftlicher Männlichkeit hervor als anwendungsorientierte Fachgebiete. Während Erstere vorwiegend auf der Vorstellung einer dominanten intrinsischen Motivation basieren, die im Sinne einer quasi angeborenen Neugier oder eines gegebenen Talents das gesamte Forscherleben antreibt, konstruieren sich angewandte Forscher primär als Manager und Macher-Typen, die sich aktiv in die Gestaltung der Welt einbringen. Allerdings deuten unsere Interviews nicht auf offen thematisierte Geschlechterstereotypen hin, sondern eher auf das Vorhandensein latenter Geschlechternormen, die wissenschaftliche Tätigkeitsgebiete primär mit Männlichkeit verbinden bzw., genauer, regelmäßig in Zweifel ziehen, dass Frauen für die jeweils geforderten Kernkompetenzen die entsprechenden Voraussetzungen mitbringen. Auch wenn die Ausprägungen hochgradig divers sind und sich inhaltlich teilweise auch widersprechen, zieht sich dieses Strukturmuster latenter Geschlechternormen insgesamt durch.

Literatur

Beaufays, Sandra und Beate Krais. 2005. Doing Science – Doing Gender: Die Produktion von WissenschaftlerInnen und die Reproduktion von Machtverhältnissen im wissenschaftlichen Feld. Feministische Studien Nr. 1: S. 82–99.

Daston, Lorraine. 2003. Die wissenschaftliche Persona: Arbeit und Berufung. In Zwischen Vorderbühne und Hinterbühne, herausgegeben von Theresa Wobbe, S. 109–136. Bielefeld: Transcript.

Gildemeister, Regine und Angelika Wetterer. 1992. Wie Geschlechter gemacht werden: Die soziale Konstruktion der Zweigeschlechtlichkeit und ihre Reifizierung in der Frauenforschung. In TraditionenBrüche, herausgegeben von Gudrun-Axeli Knapp und Angelika Wetterer, S. 201–254. Freiburg im Breisgau: Kore.

Heintz, Bettina, Marina Merz und Christina Schumacher. 2004. Wissenschaft, die Grenzen schafft: Geschlechterunterschiede im disziplinären Vergleich. Bielefeld: Transcript.

Helduser, Urte, Daniela Marx, Tanja Paulitz und Katharina Pühl. 2004. under construction? Konstruktivistische Perspektiven in feministischer Theorie und Forschungspraxis. Frankfurt am Main, New York: Campus.

Keller, Evelyn F. 1985. Liebe, Macht und Erkenntnis: Männliche oder weibliche Wissenschaft? Ausgabe 1986, München, Wien: Carl Hanser.

Knorr-Cetina, Karin. 1999. Wissenskulturen: Ein Vergleich naturwissenschaftlicher Wissensformen. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Krais, Beate. 2000. Das soziale Feld Wissenschaft und die Geschlechterverhältnisse: Theoretische Sondierungen. In Wissenschaftskultur und Geschlechterordnung, herausgegeben von Beate Krais, S. 31–54. Frankfurt am Main, New York: Campus.

Lucht, Petra. 2004. Zur Herstellung epistemischer Autorität: Eine wissenssoziologische Studie über die Physik an einer Elite-Universität in den USA. Herbolzheim: Centaurus.

Paulitz, Tanja. 2012. Mann und Maschine: Eine genealogische Wissenssoziologie des Ingenieurs und der modernen Technikwissenschaften, 1850–1930. Bielefeld: Transcript.

Paulitz, Tanja und Barbara Prietl. 2013. Spielarten von Männlichkeit in den „Weltbildern“ technikwissenschaftlicher Fachgebiete: Eine vergleichende empirische Studie an österreichischen Technischen Hochschulen. Informatik Spektrum Heft 3, Vol. 36: S. 300–310.

Singer, Mona. 2005. Geteilte Wahrheit: Feministische Epistemologie, Wissenssoziologie und Cultural Studies. Wien: Löcker.

Traweek, Sharon. 1988. Beamtimes and Lifetimes: The World of High Energy Physicists. Cambridge, London: Harvard University Press.

Wajcman, Judy. 2000. Reflections on Gender and Technology Studies: What State is the Art? Social Studies of Science No. 30: S. 447–464.

Wetterer, Angelika. 1994. Professionalisierung, soziale Schließung und berufsspezifische Konstruktionen der Geschlechterdifferenz. In Frauenbeauftragte, herausgegeben von Ute von Wrangell, Renate Wurms, Maren Wichmann, Ausgabe 1998, S. 29–56. Königstein im Taunus: Ulrike Helmer.

Wetterer, Angelika. 2002. Arbeitsteilung und Geschlechterkonstruktion: „Gender at Work“ in theoretischer und historischer Perspektive. Konstanz: UVK.

2.5 IGaDtools4MINT

Integration von Gender und Diversity im Fach Informatik

Tobias von Berg, Rebecca Apel, Hendrik Thüs,
Ulrik Schroeder, Carmen Leicht-Scholten

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „IGaDtools4MINT – Integration von Gender and Diversity in MINT-Studiengängen an Hochschulen“[1], zusammengesetzt aus Sozialwissenschaftlerinnen und Sozialwissenschaftlern der Professur für „Gender und Diversity in den Ingenieurwissenschaften“ der RWTH Aachen sowie Informatikerinnen und Informatikern des „Lehr- und Forschungsgebietes Informatik 9: Computerunterstütztes Lernen“ der RWTH Aachen und des Fachgebietes „Modelle und Theorie Verteilter Systeme“ der TU Berlin, arbeitet an der Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes, welches langfristig zur Steigerung des Frauenanteils und des Anteils weiterer unterrepräsentierter Studierendengruppen sowie zur Senkung der Abbruchquoten in der Informatik und anderen MINT-Fächern[2] beitragen soll.

In Anlehnung an das renommierte Hochschulprojekt der amerikanischen Carnegie Mellon University (CMU) in den 1990er-Jahren basiert die Entwicklung des Maßnahmenkatalogs auf der Analyse und Kombination bestehender Best-Practice-Maßnahmen im Lehrbereich. Mit Hilfe eines Indikatorenkatalogs wurden im Rahmen eines Screenings des Fachbereichs „Informatik“ an der RWTH Aachen Bereiche identifiziert, in denen konkrete Maßnahmen umgesetzt werden konnten. Im Folgenden wird das entwickelte Förderkonzept im Detail vorgestellt. Des Weiteren werden Ergebnisse sowie der aktuelle Stand der Umsetzung präsentiert.

---

1 Das Projekt IGaDtools4MINT wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds für Deutschland gefördert.

2 Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

Theoretischer Hintergrund

Als vergleichsweise junges Fach hat sich die Informatik in den letzten Jahrzehnten verändert wie kaum eine andere wissenschaftliche Disziplin. Als Anwendungsfach der Mathematik entstanden, entwickelte sich die Informatik in vielfältige Richtungen und bietet Absolventinnen und Absolventen attraktive Beschäftigungsfelder. Dennoch gelingt es in der Regel nicht, diverse Studierende für ein Studium zu gewinnen. Insbesondere fällt in diesem Zusammenhang der bundesweit niedrige Frauenanteil von 16,3 %[3] in der Informatik auf (Statistisches Bundesamt, 2013; eigene Berechnung). Die möglichen Gründe hierfür sind vielschichtig: ein falsches Bild darüber, was Informatik ist, das hartnäckig bestehende Hacker-Image, die Inhalte und deren Vermittlung im Informatikunterricht an Schulen, fehlende weibliche Rollenmodelle, mangelnder Anwendungsbezug in der Lehre etc. Entsprechend aufgesetzte, punktuelle Maßnahmen konnten bisher aber nur für geringe Veränderungen sorgen.

Erfolgversprechender erscheinen holistische Betrachtungsweisen, die die Situation auf verschiedenen Ebenen untersuchen und entsprechende Maßnahmenpakete entwerfen, um nachhaltig zu einer Veränderung beizutragen. Ein solches Best-Practice-Modell ist das erwähnte Referenzprojekt an der US-amerikanischen CMU, durch welches in der Zeitspanne zwischen 1995 und 2000 ein deutlicher Anstieg der neueingeschriebenen Informatik-Studentinnen realisiert werden konnte (Margolis und Fisher 2002). Ein Teil dieses Anstieges konnte durch eine Veränderung der Zulassungskriterien erreicht werden.

Identifizierung von Handlungsfeldern

Eine Identifizierung und Erörterung von möglichen Handlungsfeldern schildert Maria Kuhl in ihrer Arbeit „Studienkultur Informatik neu denken“ (2008), in der neben einem Screening des Fachbereichs auch eine verstärkte Kooperation mit Schulen, ein Imagewechsel des Fachbereichs durch Öffentlichkeitsarbeit und eine Einführung in Programmierungskurse über vier Einstiegslevel vorgeschlagen wird. Da dem deutschen Bildungssystem ein Äquivalent zu den „Undergraduate Levels“ fehlt und mit der Immatrikulation eine Studienentscheidung bereits getroffen wird, müssen Maßnahmen, die das Interesse von Frauen an Informatik-Themen wecken sollen, bereits zuvor ansetzen. Zielführend verspricht hierbei eine Vorgehensweise zu sein, die den Übergang von der Schule zur Hochschule graduell gestaltet (Schinzel 2003) und vor allem in der kritischen Studieneingangsphase unterstützend

3 Anteil der Studentinnen mit deutscher Staatsbürgerschaft im ersten Fachsemester im Wintersemester 2012/2013.

auf die Studierenden einwirkt (Heublein et al. 2010). So können in einem Stadium, in dem die Studienwahl noch nicht getroffen wurde, MINT-Fächer nähergebracht werden und damit später bei der Ankunft der Studienanfängerinnen und -anfänger an der Hochschule Frustrationserfahrungen vermieden und Motivationshürden gesenkt werden (Schulte und Knobelsdorf 2010).

Übertragen auf das hier beschriebene Projekt konnten die folgenden vier Handlungsfelder identifiziert werden: Schule, Vor-Studienphase, Studium und Fachkultur. Der Fokus der Maßnahmenentwicklung liegt im Projekt auf den Stufen „Vor-Studienphase“ und „Studium“, welche die Studieneingangsphase abdecken.

Entwicklung und Anwendung eines Indikatorenkatalogs

Die Analyse des Status quo und die darauf aufbauende Entwicklung eines gender- und diversitysensiblen Maßnahmenpaketes erfordert die Aufstellung eines Indikatorenkataloges, anhand dessen zum einen die vorhandenen Angebote evaluiert werden können und der weiterhin Empfehlungen für die Neukonzeption von Maßnahmen bisher vernachlässigter Bereiche ermöglicht.

In einer umfassenden Literaturanalyse wurden Beiträge und Projekte aus der Informatik und weiteren MINT-Fächern sowie aus der Soziologie, den Erziehungswissenschaften und der Genderforschung untersucht, die sich mit der Integration von Gender- und Diversity-Aspekten in der Maßnahmenentwicklung und Vermittlung von Lehrinhalten beschäftigten. Die dort identifizierten Faktoren, die in verschiedenen Bereichen zu einer positiven Veränderung beigetragen haben, wurden gesammelt und in fünf Rubriken geclustert, so dass ein 32 Items umfassender Indikatorenkatalog erstellt werden konnte. Diese Rubriken werden im Folgenden aus Platzgründen nur kurz mit einem Indikator exemplarisch genannt[4]:

- Rubrik A: Schule und Übergang von der Schule zur Hochschule (z. B. Indikator „Schärfung des Berufsbildes“)
- Rubrik B: Lehre und Studium (z. B. Indikator „Technologiefolgeabschätzung“)
- Rubrik C: Organisation (Struktur) (z. B. „Fortbildungsangebote für Dozierende“)
- Rubrik D: Fach- und Schlüsselkompetenzen (z. B. „Gender-Kompetenz als Lernziel“)
- Rubrik E: Fachkultur und Habitus (z. B. „Vernetzung von Frauen“)

Generell gilt es, bei der Maßnahmenentwicklung zu berücksichtigen, dass Frauen und Männer keine in sich homogenen Gruppen darstellen, sondern

4 Für eine ausführlichere Beschreibung sei auf Apel et al. 2013 verwiesen.

vielmehr innerhalb der Gruppen eine große Heterogenität besteht, so dass eine intersektionale[5] Betrachtungsweise notwendig ist und neben der Gender-Dimension auch andere Diversitätsdimensionen, wie z. B. der kulturelle Hintergrund berücksichtigt werden sollten. Gender wird dabei als eine von zahlreichen anderen Diversity-Kategorien gedacht, um auf diese Weise einem Differenz-Ansatz und der Festschreibung von Stereotypen entgegenzuwirken. Der Entwicklung oder Anpassung von Angeboten, Maßnahmen oder Lehrveranstaltungen unter Berücksichtigung des Indikatorenkataloges wird weiterhin die Annahme zugrunde gelegt, dass alle Studierenden von den erzielten Veränderungen in der Lehre profitieren.

Screening des Fachbereichs Informatik an der RWTH Aachen

Das Screening des Fachbereichs „Informatik" umfasste Studierendenbefragungen durch Fragebögen[6], Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern verschiedener Statusgruppen, eine Dokumentenanalyse und Beobachtungen an Veranstaltungsteilnehmenden. Im Folgenden sollen Teilergebnisse einiger dieser Analyseschritte dargelegt werden.

Interviews

Eines der verwendeten Screeninginstrumente stellte, in Anlehnung an Flick (2002, S. 158 ff.), die Durchführung von teilstandardisierten, episodischen Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern aus vier Statusgruppen dar. Bei diesen Statusgruppen handelte es sich um Professorinnen und Professoren (6 Interviews), Postdocs (6 Interviews), wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (6 Interviews) und Studierende (3 Gruppeninterviews mit insg. 12 Studierenden). Die Leitfäden der Interviews wurden auf der Grundlage der entwickelten Indikatoren für eine gender- und diversitygerechte Lehre und ein gender- und diversitygerechtes Studium erstellt. Die episodische Ausrichtung sollte das Problem der sozialen Erwünschtheit bei gegebenen Antworten minimieren und einen leichteren Zugang zu geschlechtsspezifischen Aspekten ermöglichen, indem über einzelne Situationen des Studien- und Arbeitsalltags berichtet wird. Fokusgruppen-Interviews in Anlehnung an Morgan (1988) erlauben v. a. in den Gruppeninterviews mit Studierenden eine Diskussion über geschlechtsspezifische Aspekte im Studium anhand kontext- und alltagsbezogener Beispiele. Insbesondere fachspezifische, latent wirkende

5 Unter Intersektionalität wird die Überschneidung mehrerer Persönlichkeitsmerkmale verstanden, auf deren Grundlage Menschen diskriminiert werden (Winker und Degele, 2010).

6 Für eine ausführlichere Darstellung und Diskussion der Ergebnisse siehe Apel et al. 2012.

und implizit fortlaufend konstruierte Handlungsmuster, Wertvorstellungen und Beziehungsgefüge galt es aufzuspüren und präzise nachzuvollziehen. Die Interviewlänge betrug ca. 60–90 Minuten und umfasste die Bereiche „Persönlicher Werdegang", „Bild der Informatik", „Eigener Lehrstuhl", „Fachbereich", „Lehre und Didaktik", „Lehrmaterialien", „Studieninhalte", „Kompetenzen" und „Studienbedingungen/Studienabbruch".

Erste Ergebnisse aus dem Bereich „Lehre"

Die Dozierenden (Professorinnen und Professoren sowie Postdocs) legten großen Wert darauf, dass neben der reinen Vermittlung von faktenbasiertem Wissen auch Fertigkeiten (logisches Denken, systematische Bearbeitung von neuen Aufgabenstellungen) im Studium vermittelt werden. Die Interviews konnten aufzeigen, dass die didaktische Methode bei den Dozierenden stark reflektiert wird und auch bereits einige der Aspekte des im Rahmen des Projektes konzipierten Indikatorenkatalogs, wie Interaktivität, Anwendungsbezüge, Motivation etc., einschließt. Die Integration von Gender- und Diversityperspektiven wird dabei allerdings nicht explizit benannt.

Vor allem die interviewten Postdocs vermittelten einen selbstkritischen und reflektierten Eindruck in Bezug auf eigene Lehrveranstaltungen und tendierten stark dazu, die Studierenden ins Zentrum der Lehre zu setzen. Die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter fielen in der Befragung durch eine relative Nähe zu den Studierenden auf, wobei Einschätzungen zur Lehre allgemeiner ausfielen und weniger konkretisiert wurden als bei der Gruppe der Postdocs sowie den Professorinnen und Professoren.

Einer der Hauptkritikpunkte, welcher aus den Gruppeninterviews mit Studierenden hervorging, war das Fehlen von Anwendungsbezügen sowie der Möglichkeit, praktisch zu arbeiten. Die Lehrveranstaltungen nehmen sie in Bezug auf die Qualität als stark divergierend wahr und wünschen sich mehr Interaktion, eine lebendige Vermittlung des zu erlernenden Stoffes und ‚gute Unterrichtsmaterialien'.

Item: Eingehen auf unterschiedliche Personengruppen

Tendenziell sehen die Professorinnen und Professoren den Aspekt des „Eingehens auf unterschiedliche Personengruppen" kritisch und betonen, dass sich alle Studierenden an den gleichen Leistungen messen lassen müssen und keine Gruppe „bevorzugt" behandelt werden sollte. Die Postdocs beantworteten Fragen zu diesem Aspekt ambivalent. Während einige sich stark für ein Eingehen auf unterschiedliche Personengruppen aussprachen, befürchteten andere (wie die meisten der Professorinnen und Professoren) eine Nicht-

Gleichbehandlung und positive Diskriminierung[7]. Die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zeigten sich gegenüber dem Eingehen auf verschiedene Personengruppen generell aufgeschlossen und offenbarten ein hohes Maß an Sensibilität in Bezug auf diese Thematik. Die befragten Studierenden thematisierten den Punkt sehr praxisgeleitet und beschrieben Beispiele aus ihrem Studienalltag, wie beispielsweise die Problematik der Zugänglichkeit von Räumlichkeiten für Studierende mit Behinderungen usw.

Zusammenfassung und Anknüpfungspunkte

Die befragten Postdocs sowie die Professorinnen und Professoren sind sehr an einer Verbesserung ihrer Lehre interessiert und setzten verschiedene Punkte aus dem innerhalb des Projektes entwickelten Indikatorenkatalog bereits um. Oftmals tendieren sie dazu, Chancengleichheit mit Gerechtigkeit zu assoziieren. Der Maxime der Gleichbehandlung wird daher ein hoher normativer Wert beigemessen, der als im Gegensatz zu „Gender und Diversity" stehend vermutet wird. Das Stichwort „Diversity" und das Eingehen auf unterschiedliche Personengruppen weckten zum Teil die Assoziation, Studierende nicht an den gleichen Maßstäben zu messen. Zu diesen Punkten muss mehr Aufklärungsarbeit dahingehend geleistet und vermittelt werden, dass Maßnahmen für eine gender- und diversity-gerechte Lehre der Verbesserung der Lehre für alle (Frauen und Männer) dienen. Darüber hinaus wird mit dem Stichwort „Gender" häufig der Aspekt „Frauenförderung" assoziiert und mit einer positiven Diskriminierung in Verbindung gebracht.

Dokumentenanalyse

Ein weiterer Aspekt im Rahmen des Screening-Prozesses beinhaltete eine Analyse der durch die RWTH Aachen veröffentlichten Materialien zum Themenbereich „Informatik". Eine Dokumentenanalyse sollte darüber Aufschluss geben, ob die in der Außendarstellung der Aachener Informatik enthaltenen Informationen hinsichtlich des Indikatorenkatalogs als gender- und diversitysensibel eingeschätzt werden können und an welchen Stellen die Indikatoren intensiver angesprochen werden könnten, um Studieninteressierte für ein Studium der Informatik in Aachen zu begeistern. Das untersuchte Textkorpus wurde anhand der Art der Medien in Unterkategorien eingeteilt: in „Flyer und Broschüren", „Webseiten" sowie „Präsentationen/Vorlesungsfolien".

7 Unter positiver Diskriminierung (engl. affirmative action) wird die bewusst vorgenommene Bevorzugung von Mitgliedern einer Gruppe zum Ausgleich bestehender Nachteile verstanden. Diese positive Form der Diskriminierung ist insofern umstritten, als sie zumindest eine formale Benachteiligung der Menschen umfasst, die das spezifische Merkmal nicht aufweisen (Conrad 2003)

Im Folgenden wird vergleichend auf die Ergebnisse aus den Bereichen „Flyer/Broschüren"[8] und „Webseiten" eingegangen, da diese die höchste Öffentlichkeitswirksamkeit besitzen. Die untersuchten Dokumente waren frei über das Internet, die Studienberatung der RWTH Aachen oder öffentlich zugängliche Informationsstände des Fachbereichs „Informatik" verfügbar.

Für die Auswertung entlang des Indikatorenkatalogs war nur eine Teilmenge von 11 der 32 Indikatoren sinnvoll auf Flyer, Broschüren und Webseiten anwendbar. Indikatoren, wie z. B. die „Evaluation/Beobachtung der Studierenden und ihrer Bedürfnisse" aus der Rubrik C, fielen aus der Betrachtung heraus, da ihr Inhalt nicht dem beabsichtigten Informationsziel entsprach. Im Folgenden werden die Punkte „Verfügbarkeit der Informationen in englischer Sprache", „Berufs-/Tätigkeitsfelder" und „Integration interkultureller Aspekte" aufgegriffen:

Verfügbarkeit der Informationen in englischer Sprache

Um Studieninteressierte mit vielfältigen kulturellen Hintergründen anzusprechen, die vor dem Studienbeginn bzw. in der Orientierungsphase unter Umständen noch nicht über Deutschkenntnisse verfügen, ist es hilfreich, Informationsangebote neben einer deutschsprachigen Version auch in englischer Sprache bereitzustellen. Auf diese Weise können sich Interessierte angemessen informieren und herausfinden, ob ein Studium der Informatik an der RWTH Aachen für sie passend wäre. Die gesammelten Flyer waren ausschließlich auf Deutsch verfügbar, Webseiten waren zum Großteil entweder auf Englisch oder auf Deutsch verfügbar. Ein standardisiertes Angebot in beiden Sprachvarianten, zumindest jeweils die grundlegenden Informationen beinhaltend, könnte dazu beitragen, internationale Studieninteressierte umfassender anzusprechen.

Berufs- und Tätigkeitsfelder

Das Aufzeigen von Berufs- und Tätigkeitsfeldern kann Studieninteressierten einen Eindruck davon vermitteln, wie ein möglicher Arbeitsplatz und die damit verbundenen Tätigkeiten aussehen könnten. Dies unterstützt sie dabei, einzuschätzen, ob die Erwartungen an das spätere Berufsleben durch das angestrebte Studienfach erfüllt werden können. Auch eventuell unkonkrete oder auch realitätsferne Vorstellungen davon, womit sich Informatikerinnen

8 Flyer und Broschüren sind im Gegensatz zu Webseiten aufgrund ihrer medienbezogenen räumlichen Begrenzung Einschränkungen unterlegen. Nichtsdestotrotz sollte untersucht werden, ob der gegebene Raum sinnvoll und zielgruppengerecht genutzt wird. Bezüglich dieses Hinweises sind die folgenden Teilergebnisse entsprechend einzuschätzen und einzuordnen.

und Informatiker beschäftigen, können durch beispielhafte Beschreibungen korrigiert oder konkretisiert werden.

In den untersuchten Flyern und Broschüren werden mögliche Beschäftigungsfelder angesprochen. Es werden z. B. Soft- und Hardwarehersteller und die Branchen Telekommunikation, Automotive sowie Luft- und Raumfahrt genannt. Konkrete Tätigkeiten oder Stellenbezeichnungen werden dabei nicht benannt bzw. skizziert, an welchen Stellen in diesen Bereichen Informatikerinnen und Informatiker anzutreffen sind und wo ihre Kompetenzen nachgefragt werden. Auf den untersuchten Webseiten wird ausführlicher über mögliche Berufs- und Tätigkeitsfelder informiert. Zudem wird auf einen Verteiler für Jobangebote und wissenschaftliche Karrieremöglichkeiten verwiesen. Die beiden Medien „Flyer" und „Webseiten" könnten vermehrt als ergänzende Angebote konzipiert werden. Über ein erstes Informationsangebot in Form eines Flyers könnte ein Verweis auf webbasierte Angebote erfolgen.

Integration interkultureller Aspekte

Entwicklungen aus dem Bereich der Informatik wirken sich global aus. Dabei ist es wichtig, interkulturelle Aspekte zu berücksichtigen, da die entwickelten Lösungen in einem sozialen Raum mit seinen spezifischen kulturellen Eigenschaften eingesetzt werden. In der Forschung und Entwicklung arbeiten häufig international besetzte Teams zusammen, so dass unterschiedliche Perspektiven eingebracht werden können. Bereits im Studium ist es daher wichtig, interkulturelle Erfahrungen sammeln zu können und Wege ihrer Integration in Forschung und Entwicklung kennenzulernen.

Aus diesem Grund wurde bei der Untersuchung des Textkorpus die Frage gestellt, ob diese Kompetenz in der Darstellung des Informatikstudiums Erwähnung findet. Im Falle der Flyer und Broschüren werden z. B. die internationalen Vernetzungen der Informatik genannt. Doch es bleibt unkonkret, was genau das bedeutet bzw. wie die Studierenden davon profitieren könnten. Bei der Untersuchung dieses Indikators im Bereich des Webangebotes wurde festgestellt, dass es eine eigene Webseite der Auslandsstudienberatung des Fachbereichs gibt, auf der Informationen und Ansprechpersonen benannt werden. Diese Seite ist nicht mit zentralen Angebotsseiten, wie der Fachgruppenseite, verlinkt, so dass ein Auffinden der Informationsseite erschwert wird.

Ein Informationsflyer zum Thema „Auslandsstudium" in Verbindung mit Hinweisen auf weiterführende Angebote im Internet könnte es den Studierenden erleichtern, sich einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten eines Auslandsaufenthaltes zu verschaffen, um sich auf diese Weise im Bereich der interkulturellen Kompetenz weiterzubilden.

Handlungsempfehlungen

Auf der Basis der Untersuchung konnten Hinweise für die Aufbereitung und Verknüpfung von bestehenden Angeboten abgeleitet und Empfehlungen, die bei der Entwicklung von neuen Inhalten berücksichtigt werden sollten, herausgegeben werden.

Neben einer übersichtlichen Anordnung der Inhalte auf Flyern und Webseiten (Beachtung von Webstandards, was Navigation, Schriftgröße etc. betrifft) stellt einer der wichtigsten Punkte die adressatengerechte Ansprache der jeweiligen Zielgruppe dar. Ebenso sollte eine standardmäßige Bereitstellung der Informationen in deutscher und englischer Sprache während des Produktionsprozesses in Betracht gezogen werden.

Papierbasierte Angebote könnten mehr mit Webangeboten vernetzt und somit als sich ergänzende Instrumente eingesetzt werden. Die Möglichkeiten des Internets werden zwar bereits gut genutzt, ein weiterer Ausbau wäre jedoch empfehlenswert. Auch die Vernetzung der bestehenden Informationsseiten im Internet untereinander ist ein Faktor, durch den mit vergleichsweise geringen Kosten dazu beigetragen werden kann, dass Angebote leichter aufgefunden werden können.

Förderkonzept

Das Förderkonzept in diesem Projekt sieht – wie im Abschnitt „Identifizierung von Handlungsfelden" hergeleitet wurde – eine kohärente Unterstützung in vier Stufen vor:

Stufe 1: Schülerlabor Informatik
Schon während der Schulzeit soll vermieden werden, dass Schülerinnen und Schüler ein unrealistisches Bild vom Informatikstudium erhalten, um Studienabbrüche aufgrund von Fehlvorstellungen zu vermeiden (Heublein et al. 2006; Maaß und Wiesner 2006; Schinzel et al. 1999). Zusätzlich wird die Vernetzung und die Kooperation zwischen Schule und Hochschule durch das Schülerlabor Informatik gefördert.

Stufe 2: Vorkurs Informatik
Die Funktion des Vorkurses Informatik ist es, den neuen Studierenden einen möglichst leichten Einstieg in die Universität zu bieten. Der Übergang zwischen Schule und Hochschule kann für Studierende sehr schwer werden, daher muss der Schritt hin zur Universität und hin zur Fachdisziplin „Informatik" durch positive und motivierende Erfahrungen gestützt werden um letztendlich das Interesse an der Informatik zu bestimmen (Schulte und Knobelsdorf 2010). Durch das Vorkurskonzept werden Studierende zudem schnell auf einen

möglichst einheitlichen Wissensstand gebracht (Pedroni et al. 2009; Berges und Hubwieser 2010).

Stufe 3: Handlungsfelder in den ersten Semestern

Bei der Konzeption der Maßnahmen in der Stufe 3 wird auf die Struktur der Grundvorlesungen in den ersten beiden Semestern zurückgegriffen, um deren Inhalte punktuell aufzugreifen, inter- und intradisziplinär zu verknüpfen und in einen praxisnahen Anwendungskontext zu stellen. Es soll dabei insbesondere auf folgende Veranstaltungen der ersten beiden Semester Bezug genommen werden:

- Programmierung (1. Semester)
- Datenstrukturen und Algorithmen (2. Semester)
- Formale Systeme, Automaten, Prozesse (2. Semester)
- Lineare Algebra für Informatiker (2. Semester)

Dieses Angebot schließt sich direkt an den Vorkurs Informatik an und vervollständigt somit eine kontinuierliche Förderung in der Studieneingangsphase.

Stufe 4: Verstetigung von Gender- und Diversity-Aspekten in der Hochschullehre

In der Stufe 4 wird der Fokus mehr auf die Lehrenden verlagert. Durch Schulung der Gender- und Diversity-Kompetenzen soll ein Bewusstsein für Probleme in diesem Bereich geschaffen werden (Blum und Frieze 2005). Auf lange Sicht könnten Gender- und Diversity-Aspekte so auch in die Fachkultur der Informatik einfließen.

Auf der Basis der identifizierten Indikatoren werden die vier Stufen des Förderkonzepts konkret ausgestaltet. Im Folgenden wird ein Überblick über die angestrebte Ausgestaltung des Förderkonzepts und den aktuellen Stand der Umsetzung gegeben.

Stufe 1: InfoSphere – Nutzung des Schülerlabors Informatik

Seit der Eröffnung wurden im InfoSphere bis Oktober 2013 bereits 144 Workshops zu verschiedensten Themengebieten der Informatik durchgeführt und insgesamt 1922 Schülerinnen (35 %) und Schüler (65 %) erreicht. Zurzeit umfasst das Angebot des Schülerlabors 26 verschiedene halbtägige bis mehrtägige Module, die für Schülerinnen und Schüler von der Grundschule (Klasse 3) bis zur Oberstufe (Q2) angeboten werden.

Durch die Einbindung von Lehramtsstudierenden in die Betreuung des Schülerlabors InfoSphere werden zusätzlich Multiplikatoren geschaffen, indem diese für Gender- und Diversity-Aspekte sensibilisiert werden und

eine motivierende Art und Weise kennenlernen, Informatikinhalte zu vermitteln.

Im Rahmen des Projektes wird das InfoSphere zudem aktiv als Testbed für die Entwicklung von Fördermaßnahmen genutzt, indem vielversprechende Ansätze, Methodiken und Werkzeuge identifiziert und getestet werden, bevor sie anschließend in die weitere Entwicklung von Fördermaßnahmen in der Studieneingangsphase einfließen. Beispiele hierfür sind Arbeiten zu den Themen „Computergrafik" (Anwendungsbezug für mathematische Grundlagen) und „grafische Programmierung" (MIT App Inventor).

Stufe 2: Ausgestaltung des Vorkurses Informatik

Bislang war es das Ziel des Vorkurses, den Studierenden eine theoretische Einführung in die Informatik zu bieten, ohne auf das vorliegende Wissen der Studierenden einzugehen. In einer didaktischen Neukonzeption des Informatik-Vorkurses an der RWTH Aachen wurde nun der Fokus auf die Vermittlung von fachspezifischem Grundlagenwissen in einem relevanten und interdisziplinären Anwendungskontext gesetzt. Die Studierenden sollen primär ein Gefühl für die grundlegenden Konzepte der Informatik erhalten, welches ihnen in selbstgesteuerten, kooperativen und anwendungsorientierten Einheiten nähergebracht wird (Münst 2002; Schinzel et al. 1999).

Um den Einstieg in die Informatik-Konzepte möglichst einfach zu gestalten, beginnen die Studierenden mit einer grafischen Programmiersprache (MIT App Inventor) ohne syntaktische Hürden. Anschließend werden die gelernten Inhalte mit der textuellen Programmiersprache Java verzahnt, um einen möglichst authentischen Einstieg in die Inhalte des folgenden ersten Semesters zu bieten. Zur Verstetigung wird an den letzten beiden Tagen des Vorkurses ein Workshop durchgeführt, in dem die gelernten Inhalte praxisnah angewendet werden können.

Bei der letzten Iteration des Vorkurses, die im September 2013 stattfand, nahmen insgesamt 390 Studierende teil, die in Kleingruppen zu je ca. 20–30 Studierenden unterteilt wurden. Hilfestellungen zu den meist selbständig erarbeiteten Inhalten erfolgen sowohl über studentische Tutorinnen und Tutoren als auch über Peer Teaching.

Stufe 3: Anbieten von Workshops in den ersten Semestern

Unmittelbar anknüpfend an den Vorkurs werden die Studierenden auch in ihrem ersten und zweiten Semester unterstützt. In aktuell vier verschiedenen Workshops haben interessierte Studierende die Möglichkeit, theoretische oder problematische Themengebiete in einen leicht nachzuvollziehenden Praxisbezug zu setzen. Der Praxisbezug wird in den meist freiwillig

stattfindenden Workshops anhand von Aufgabenstellungen rund um die Erstellung von mobilen Applikationen (Android) erreicht, in denen ihnen ein Thema der jeweiligen Vorlesung nähergebracht wird. Beispielhaft waren dies Themen wie „Rekursion“, „Transformationsmatrizen“ oder „Datenstrukturen“ in der Spieltheorie.

Stufe 4: Verstetigung von Gender und Diversity-Aspekten in der Hochschullehre

Im Bereich der Lehre beginnt die Integration gender- und diversitygerechter Lehraspekte mit der Reflexion der eigenen Lehrveranstaltung bzw. des verwendeten Materials durch die Lehrenden selbst. Ohne eine Anerkennung der Relevanz von Gender- und Diversity-Aspekten im MINT-Bereich ist eine nachhaltige Veränderung nicht möglich. Aber nicht nur die Einstellung der Lehrenden, auch die Umgestaltung der Lehrveranstaltungen als solche kann, wie anhand der Umgestaltung des Vorkurses gezeigt werden konnte (siehe unten), einen großen Beitrag zu einer Didaktik leisten, die diversen Studierenden und letztendlich beiden Geschlechtern zugutekommt (Claus et al. 2004; Jansen-Schulz 2009; Jansen-Schulz und Degethoff de Campos 2009).

Einen entscheidenden Einflussfaktor auf dem Weg dorthin stellen die Lehrenden selbst dar. Hier bietet sich eine Beratung sowie Sensibilisierung in besonderem Maße an, da zum einen ein hoher Arbeitsaufwand und zum anderen ein mit negativen Assoziationen (Frauenförderung) verbundener Imageverlust auftreten kann (Blum und Frieze 2005; Herrmann und Zschieschang 2009). Die Sensibilisierung und Schulung der Lehrenden und der Fakultäten allgemein (siehe Indikatoren-Rubriken C und E, vgl. Abschnitt „Entwicklung und Anwendung eines Indikatorenkatalogs“) ist somit als prozessflankierender Faktor bei jeder Veränderung hinsichtlich der Realisierung gender- und diversitygerechter Lehre von entscheidender Bedeutung und muss in den Fokus genommen werden, um so langfristig ggf. eine Einstellungsveränderung zu bewirken.

Praxiserfahrungen

Ergebnisse der prototypischen Vorkurs-Umgestaltung

Im Anschluss an die zweite Iteration des Vorkurses wurde eine Evaluation zu persönlichen und fachlichen Hintergründen sowie der Einschätzung des Vorkurses durchgeführt. Der Fragebogen wurde von 177 Studierenden beantwortet. Die Studierenden unterteilten sich in 137 Studenten und 40 Studentinnen, der Altersdurchschnitt lag bei 19,1 Jahren.

Insgesamt wurde der umgestaltete Teil des Vorkurses von 80,6 % der Studierenden mit den Noten 1 oder 2 bewertet (männlich [m]: 76,6 %, weiblich [w]: 93,3 %). Die Schwierigkeit des gesamten Vorkurses wurde von 61,3 % der Studierenden als „angemessen“ (Skala von 1 = „sehr einfach“ bis 5 = „sehr schwer“) bezeichnet (m: 55,3 %, w: 80,0 %). Auch die Meinungen der Studierenden zu den einzelnen Unterbereichen des Vorkurses wurden erhoben. Der erste Abschnitt (grafische Programmierung) bekam die Noten 1 bis 3 von 74,2 % der Studierenden (m: 72,3 %, w: 80,0 %). Hierbei wurde die Schwierigkeit unterschiedlich eingeschätzt. „Angemessen“ war das Niveau für 32,3 % (m: 25,5 %, w: 53,3 %), als „sehr“ und „eher einfach“ stuften 58,1 % der Studierenden (m: 68,1 %, w: 26,7 %) diesen Bereich ein. Der darauf folgende Bereich der textuellen Programmierung wurde wieder gleichmäßiger bewertet: 85,5 % gaben die Noten 1 und 2 (m: 80,1 %, w: 100 %), die Schwierigkeit wurde von 62,9 % als „angemessen“ bezeichnet (m: 55,32 %, w: 86,7 %). Der dritte und letzte Bereich des Vorkurses, der Workshop, wurde wieder sehr unterschiedlich gesehen: 74,2 % der Studierenden gaben die Noten 1 bis 3 (m: 80,9 %, w: 53,3 %), jedoch wurde der Schwierigkeitsgrad als schwer angesehen: 29,0 % bewerteten diesen Bereich mit „angemessen“ (m: 38,3 %, w: 0,0 %), „eher“ bzw. „sehr schwer“ wurde der Workshop von 62,9 % der Studierenden gesehen (m: 51,1 %, w: 100,0 %). An diesen Zahlen ist die zunehmende Komplexität der Inhalte sehr gut abzulesen, die in diesem Umfang durchaus auch gewollt ist.

Selbstverständlich ist solch eine Neukonzeption eines Informatik-Vorkurses nach der zweiten Iteration noch nicht perfekt. Nur 50,0 % der Studierenden (m: 53,2 %, w: 40,0 %) gaben die Noten 1 und 2 für genügend Beispiele, um die Theorie und die Aufgaben in einen praktischen Bezug zu setzen. Auch die eingesetzte Sprache auf den Arbeitsblättern sowie während der Tutorien und Präsenzveranstaltungen wurde teilweise bemängelt: Auf die Frage, ob „die Unterrichtssprache […] auch ohne vorherige Kenntnis des Fachvokabulars „gut verständlich“ war, gaben 62,9 % die Noten 1 und 2 (m: 66,0 %, w: 53,3 %). Diese Kritiken werden in der nächsten Iteration aufgegriffen.

Ergebnisse der ersten Iteration der Workshops

Die letzten beiden Iterationen eines Workshops (Themen „Transformationsmatrizen“ und „Datenstrukturen“) fanden ohne Teilnahmezwang statt. Insgesamt nahmen 18 (m: 15, w: 3) bzw. 20 (m: 19, w: 1) Studierende freiwillig teil. In der Abschlussbewertung wurden die beiden Workshops zu 94 % bzw. zu 46,7% mit den Noten 1 und 2 bewertet.

Ausblick

Ziel des beschriebenen Förderkonzeptes ist es, die Studieneingangsphase im Studiengang Informatik dergestalt anzupassen, dass ein gender- und

diversitygerechter Studieneinstieg realisiert werden kann. Die Studienqualität in der Informatik soll dadurch für Frauen und diverse Studierende nachhaltig verbessert werden. Dabei wurde an den unterschiedlichsten in der Forschung identifizierten Punkten angesetzt, um ein kohärentes Gesamtkonzept zu entwickeln. Die bisher gemachten Erfahrungen im Bereich einer bedarfsgerechten Maßnahmenentwicklung und Umsetzung werden derzeit an die TU Berlin transferiert, um den Einfluss ortsabhängiger Faktoren bei der Anwendung des Förderkonzeptes zu identifizieren. Die ortsunabhängigen Erfolgsvariablen sollen in Form von Leitlinien bei der gender- und diversitygerechten Maßnahmenentwicklung in ein sogenanntes Toolkit fließen. Das Toolkit soll dazu dienen, Fachbereichen entsprechend ihren Möglichkeiten Wege zu einer gender- und diversitygerechten Studiengangsgestaltung aufzuzeigen, was zur Vielfältigkeit in der Informatik und in weiteren MINT-Fächern beitragen soll.

Literatur

Apel, Rebecca, Carmen Leicht-Scholten und Andrea Wolffram. 2012. Changing the face of STEM: the example of computer science in Germany. In *GIEE 2011 – Gender and Interdisciplinary Education for Engineers: Formation Interdisciplinaire des Ingénieurs et Problème du Genre*, herausgegeben von André Béraud, Anne-Sophie Godfrey und Jean Michel, S. 421–437. Boston, Taipei: Sense Publishers Rotterdam.

Apel, Rebecca, Tobias Berg, Nadine Bergner, Mohamed Amine Chatti, Jan Holz, Ulrik Schroeder und Carmen Leicht-Scholten. 2013. Ein vierstufiges Förderkonzept für die Studieneingangsphase in der Informatik. In *HDI 2012 – Informatik für eine nachhaltige Zukunft: 5. Fachtagung Hochschuldidaktik der Informatik, herausgegeben* von Peter Forbrig, Detlef Rick und Axel Schmolitzky, S. 143–148. Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.

Berges, Marc und Peter Hubwieser. 2010. Vorkurse in objektorientierter Programmierung: Lösungsansatz für ein Problem der Einführvrungsveranstaltungen. In *Proceedings of HDI 2010*, herausgegeben von Dieter Engbring, Reinhard Keil, Johannes Magenheim und Harald Selke, S. 13–22. Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.

Blum, Lenore und Carol Frieze. 2005. The Evolving Culture of Computing: Similarity Is the Difference. *Frontiers: A Journal of Women Studies 26* (1): S. 110–125.

Claus, Regina, Anne Otto und Britta Schinzel. 2004. *Gender Mainstreaming im diversifizierten Feld einer Hochschule: Bedingungen – Akzeptanz – Strategien: Erfahrungen aus dem Notebook-University-Projekt F-MoLL*. Freiburg im Breisgau: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg; Institut für Informatik und Gesellschaft.

Conrad, Christoph. 2003. Die Sprachen des Wohlfahrtsstaates. In *Wohlfahrtsstaatliche Grundbegriffe: Historische und aktuelle Diskurse*, herausgegeben von Stephan Lessenich, S. 55–70. Frankfurt am Main: Campus.

Flick, Uwe. 2002. *Empirische Sozialforschung: Eine Einführung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch.

Heine, Christoph, Jürgen Egeln, Christian Kerst, Elisabeth Müller und Sang-Min Park. 2006. *Ingenieur- und Naturwissenschaften: Traumfach oder Albtraum? Eine empirische Analyse der Studienfachwahl*. Baden-Baden: Nomos.

Herrmann, Joachim und Anja Zschieschang. 2009. Projekt „Entwicklung eines Verfahrens zur formativen Evaluation der Lehre zwecks Verbesserung der Lehrqualität an der Fakultät V als Pilotprojekt für die TU Berlin“. In *Gender im Experiment – Gender in Experience: Ein Best-Practice Handbuch*

zur Integration von Genderaspekten in naturwissenschaftliche und technische Lehre, herausgegeben von Jörg Steinbach und Bettina Jansen-Schulz, S. 83–105. Berlin: Universitätsverlag TU Berlin.

Heublein, Ulrich, Christopher Hutzsch, Jochen Schreiber, Dieter Sommer und Georg Besuch. 2010. *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und herkömmlichen Studiengängen: Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08*. HIS: Forum Hochschule 2/2010. Hannover: HIS Hochschul-Informations-System GmbH.

Jansen-Schulz, Bettina. 2009. Integratives Gendering in technischen Studiengängen. In *Gender im Experiment – Gender in Experience. Ein Best-Practice Handbuch zur Integration von Genderaspekten in naturwissenschaftliche und technische Lehre,* herausgegeben von Jörg Steinbach und Bettina Jansen-Schulz, S. 29–49. Berlin: Universitätsverlag TU Berlin.

Jansen-Schulz, Bettina und Heidi Degethoff de Campos. 2009. Integratives Gendering an der Technischen Universität Berlin. In *Geschlechtergerechtigkeit in Technischen Hochschulen – Theoretische Implikationen und Erfahrungen aus Deutschland, Österreich und Schweiz,* herausgegeben von Anita Thaler und Christine Wächter, S. 120–137. München: Profil.

Kuhl, Maria. 2008. *Studienkultur Informatik neu denken: Geschlechterkonstruktionen im Informatikstudium an der Universität Dortmund und der Carnegie Mellon University*. Aachen: Shaker.

Maaß, Susanne und Heike Wiesner. 2006. Programmieren, Mathe und ein bisschen Hardware Wen lockt dieses Bild der Informatik? *Informatik Spektrum* 29: S. 125–132.

Margolis, Jane und Allan Fisher. 2002. *Unlocking the clubhouse: women in computing*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Morgan, David L. 1988. *Focus Groups as Qualitative Research*. Newbury Park, CA: Sage.

Münst, Agnes Senganata. 2002. *Wissensvermittlung und Geschlechterkonstruktion in der Hochschullehre: Ein ethnographischer Blick auf natur- und ingenieurwissenschaftliche Studienfächer*. Weinheim: Beltz.

Pedroni, Michaela, Bertrand Meyer und Manuel Oriol. 2009. What Do Beginning CS Majors Know? *Technical Report 631,* Zürich: ETH Zürich, Chair of Software Engineering.

RWTH Aachen. 2013. *Zahlenspiegel 2012*. Aachen: Herausgegeben im Auftrag des Rektors vom Dezernat für Planung, Entwicklung und Controlling (6.0) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen in Zusammenarbeit mit der Pressestelle.

Schinzel, Britta, Karin Kleinn, Andrea Wegerle und Christine Zimmer. 1999. Das Studium der Informatik: Studiensituation von Studentinnen und Studenten. *Informatik Spektrum 22*: S. 13–23.

Schinzel, Britta. 2003. *Curriculare Vorschläge zur Erhöhung des Frauenanteils in der Informatik: Möglichkeiten und Maßnahmen*. Freiburg im Breisgau: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Informatik und Gesellschaft.

Schulte, Carsten und Maria Knobelsdorf. 2010. „Jungen können das eben besser“ – Wie Computernutzungserfahrungen Vorstellungen über Informatik prägen. In *Geschlechterforschung in Mathematik und Informatik: Eine (inter)disziplinäre Herausforderung,* herausgegeben von Mechthild Koreuber, S. 87–110. Baden-Baden: Nomos.

Statistisches Bundesamt. 2013. *Bildung und Kultur: Studierende an Hochschulen: Wintersemester 2012/2013*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Winker, Gabriele und Nina Degele. 2010. *Intersektionalität: Zur Analyse sozialer Ungleichheiten*. Bielefeld: Transcript.



3. Bilder einer vielfältigen Informatik

3. Bilder einer vielfältigen Informatik

Stefanie Gerdes, Thorsten Kluß, Kamila Wajda, Carolin Zschippig

Die Informatik hat in den wenigen Jahrzehnten seit ihrer Entstehung rapide an Bedeutung gewonnen. Die Verarbeitung von Informationen ist ein so zentraler Bestandteil der Gesellschaft geworden, dass das 21. Jahrhundert seit seinem Beginn als Informationszeitalter bezeichnet wird. Die Informatik wächst in alle Lebensbereiche hinein. Immer neue Technologien finden ihren Platz im täglichen Leben, sei es in Fahrkartenautomaten, in Assistenzsystemen für Autos oder in Smartphones.

Diese Entwicklungen eröffnen viele erstaunliche neue Möglichkeiten. Für Fachfremde ist deren Verwendung aber oft nicht einfach. Die Einstiegshürde zu den neuen Technologien ist oft sehr hoch, wodurch der Zugang zu ihnen erschwert wird. Die Gefahr, dass Teile der Bevölkerung aus zentralen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens ausgeschlossen werden, ist entsprechend groß. Daher gilt es, diese Schwelle für Fachfremde zu senken und ihnen den Zugang zur Informatik zu erleichtern.

Informatik hat den Ruf, sehr technisch und mathematisch zu sein. Informatiker (die männliche Form ist hier bewusst gewählt, denn Informatikerinnen kommen in dem Klischeebild über die Informatik praktisch nicht vor) gelten als sozial unbeholfen. Die thematische Ausrichtung der Informatik und damit auch die Anforderungen an Informatik-Fachleute haben sich im Laufe der Zeit aber sehr gewandelt. Die Frage ist daher, ob die tief verwurzelten Vorstellungen über die Informatik heute überhaupt noch zutreffend sind.

Das Projekt *InformAttraktiv* hat es sich zur Aufgabe gemacht, die aktuelle Informatikforschung zu analysieren und einen Überblick über

die gegenwärtige Forschung in dieser Wissenschaftsdisziplin zu geben. Der Schwerpunkt unserer Untersuchungen liegt in der Wechselwirkung zwischen Informatik und Gesellschaft. Inwieweit beeinflusst die Informatik die Menschen? Welchen Anteil haben gesellschaftliche Probleme an der Informatikforschung? Beschäftigt sich die Informatik wirklich überwiegend mit mathematischen Problemen? Ziel dieser Untersuchungen ist, ein modernes Bild der Informatik zu vermitteln und mit Vorurteilen aufzuräumen. Die Untersuchungsergebnisse können im nächsten Schritt dazu verwendet werden, Aspekte zur Neuorientierung der Informatik zu erarbeiten, neue Forschungsfragen, insbesondere in Bezug auf Diversity-Aspekte, aufzuzeigen und damit die Innovationskraft der Informatik zu stärken.

Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Informatik-Profils im Rahmen von *InformAttraktiv* ist die Forschung im Fach Informatik an der Universität Bremen. Die dortigen Profilbereiche spiegeln exzellente Forschung, ausgezeichnete Wirtschaftskontakte und aktuelle Förderpolitik wider und sind geeignet, eine Pilotfunktion für die Neubestimmung der Informatik im nationalen und internationalen Raum einzunehmen. Die Informatik in Bremen wird durch drei Profilbereiche geprägt: *„Sicherheit und Qualität“*, *„Künstliche Intelligenz, Kognition und Robotik“* sowie *„Digitale Medien und Interaktion“*. Sie decken die Kernbereiche der Informatik in Bremen ab und eignen sich daher, die Informatikforschung, die als Ganzes schwer zu erfassen ist, in überschaubare Bereiche aufzuteilen.

Der Abschnitt 3.1 „Aufzeigen von Vielfalt durch Profilierung der Informatik“ gibt einen Überblick über die Forschung in der Wissenschaftsdisziplin Informatik und fasst aktuelle Entwicklungen in diesem Gebiet zusammen. Im Abschnitt 3.2 „Menschenbilder in der Informatikforschung“ stellen führende deutsche Informatikerinnen und Informatiker ihre Forschungsarbeit in Form von ausgewählten Gastbeiträgen vor. In jedem dieser Beiträge wird dargestellt, welche Rolle der Mensch für die Forschung in dem spezifischen Bereich spielt. Sie können daher als exemplarisch für die Stellung des Menschen in der Informatikforschung insgesamt gesehen werden.

3.1 Aufzeigen von Vielfalt durch Profilierung der Informatik

Wie bereits erwähnt, wird die Informatikforschung in Bremen in die drei Profilbereiche *SQ, KIKR* sowie *DMI* eingeteilt. Diese Profile sind auf Beschluss der Hochschullehrer-Konferenz der Informatik-Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer der Universität Bremen entstanden. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler finden sich mit ihrer Forschung in den Profilen wieder und halten diese daher für passend, die Informatikforschung in Bremen zu repräsentieren. Die Erwartung zu Beginn des Forschungsprojektes *InformAttraktiv* war, dass sich diese Profilbereiche auch auf die Informatikforschung insgesamt anwenden lassen.

Die Profile sind nicht als strikte Abgrenzungen zu verstehen. Zum einen sind die Übergänge zwischen den Profilen fließend. Zum anderen fließen oft Aspekte aus mehreren Profilen in Forschungsthemen ein. Die Profile sind aber geeignet, verschiedene Forschungsaspekte und damit unterschiedliche Sichtweisen voneinander abzugrenzen. Jedes Profil zeichnet sich durch charakteristische Eigenschaften aus, die in den jeweiligen Profil-Abschnitten beschrieben werden.

Die Charakteristiken der Profile und der Überblick über die Forschungslandschaft der Informatik wurden im Projekt durch verschiedene Methoden gesammelt und analysiert. Zunächst wurde eine Literatur- und Webrecherche des Themenbereiches durchgeführt. Diese Informationen wurden für einen ersten Entwurf einer Profilbeschreibung für die drei Bereiche genutzt, der nachfolgend als Diskussionsgrundlage diente.

Im nächsten Schritt wurden Gespräche mit den Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern der Universität Bremen durchgeführt, die später

durch Interviews mit führenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in ganz Deutschland ergänzt wurden. Grundlage waren zum einen die Profilbeschreibungen und zum anderen ein Gesprächsleitfaden, der im Rahmen des Projektes entwickelt wurde. Zentrale Fragen galten den Kernthemen der Forschung und den verwendeten Forschungsmethoden. Darüber hinaus lag der Schwerpunkt auf Gender- und Diversity-Fragen, insbesondere auf der Bedeutung von kulturellen und gesellschaftlichen Aspekten in der Forschungsarbeit. Insgesamt fanden 22 Interviews an der Uni in Bremen statt und 9 weitere Gespräche in anderen deutschen Städten. Die Ergebnisse wurden analysiert und zur Überarbeitung der Profilbeschreibungen verwendet.

Die nachfolgenden Abschnitte fassen die aus den genannten Arbeitsschritten gewonnenen Erkenntnisse zusammen.

3.1.1 Sicherheit und Qualität

Der Mensch zwischen Schutz und Bedrohung

Stefanie Gerdes

Die heutige Gesellschaft wird in hohem Maße durch die Informatik geprägt. Informationsverarbeitende Geräte sind aus den meisten Lebensbereichen kaum noch wegzudenken. Sowohl im persönlichen Umfeld – in Mobiltelefonen, Waschmaschinen und Mikrowellengeräten – als auch unterwegs – in Flugzeugen, Zügen oder Autos – verlassen sich Menschen auf Informatik-Technologien. Automatisierung und Digitalisierung tragen zur Steigerung der Produktivität und zu Kostenersparnissen bei. Durch ihre wachsende Bedeutung steigen aber auch die Risiken, die mit diesen Technologien verbunden sind. Fehlfunktionen können zu Datenverlusten und finanziellen Einbußen führen und schlimmstenfalls sogar eine Gefahr für Leib und Leben darstellen. Die Verlässlichkeit und Sicherheit von Software und Hardware sind daher von zentraler Bedeutung.

Ziel des Profils *SQ* ist es, dafür zu sorgen, dass Hardware und Software fehlerfrei arbeiten, Daten vor unautorisiertem Zugriff bewahrt werden und die Privatsphäre des Einzelnen und der Einzelnen geschützt wird. Daraus lassen sich drei eng zusammenhängende Themenbereiche ableiten: Qualität, Funktionssicherheit und Informationssicherheit.

Die Norm ISO/IEC 8402:1994 definiert den Begriff Qualität als „the totality of characteristics of an entity that bear on its ability to satisfy stated and implied needs“. Die Qualität eines Produktes drückt somit dessen Fähigkeit aus, die Bedürfnisse der Nutzenden zu erfüllen. Dies muss sowohl während des Entstehungsprozesses (Verstehen und Umsetzen der gewünschten Funktionsweise) als auch im Laufe des Einsatzes (Wartbarkeit) sichergestellt werden. Nutzerinnen und Nutzer müssen sich auf die Systeme verlassen und ihnen

vertrauen können. Um dies zu erreichen, müssen Hardware und Software bestimmte Kriterien erfüllen. So dürfen beispielsweise auch bei unerwarteten Ereignissen keine Fehlfunktionen auftreten (Robustheit), das System muss verständlich und einfach zu benutzen sein (Usability) und darf die Arbeit nicht durch lange Wartezeiten erschweren (Performanz). Funktionssicherheit und Informationssicherheit sind spezielle Teilbereiche der Qualität.

Funktionssicherheit (engl.: safety) stellt hohe Anforderungen an die Qualität und zielt darauf ab, die korrekte Funktionsweise von Software und Hardware in sicherheitskritischen Bereichen (Safety-Critical Systems) zu garantieren, also insbesondere dort, wo ein erhebliches finanzielles Risiko oder sogar Gefahr für Leib und Leben besteht. Zu diesen Bereichen gehören u. a. die Medizintechnik, die Luftfahrt und der Schienenverkehr, aber auch Feuermelder oder Ampeln. Funktionssicherheit ist also ein spezielles Qualitätsmerkmal, das in sicherheitskritischen Bereichen erfüllt sein muss.

Die Informationssicherheit (engl.: security) schließlich befasst sich damit, die Sicherheit von Daten zu gewährleisten. Die wichtigsten Schutzziele sind die Vertraulichkeit (der unautorisierte Einblick in Daten wird verhindert), die Integrität (keine unautorisierte Manipulation von Informationen) und die Verfügbarkeit (autorisierte Personen haben im Rahmen ihrer Berechtigungen Zugriff auf Funktionen des Systems). In den Bereich der Informationssicherheit fällt der Schutz vor Angreiferinnen und Angreifern, die über Sicherheitslücken Schadsoftware in Systeme einschleusen und z. B. versuchen, vertrauliche Daten zu stehlen. Ebenso soll verhindert werden, dass Informationen allein durch Unwissenheit zerstört oder an Unbefugte weitergegeben werden.

Das Profil *SQ* betrifft nicht nur einen abgegrenzten Teilbereich der Informatik, sondern ist in allen Bereichen zu berücksichtigen. Jede Software und Hardware sollte während ihres gesamten Produktzyklus auf Fragen der Qualität und Sicherheit hin geprüft werden. Arbeiten in diesem Profilbereich wirken daher immer auch in andere Profilbereiche hinein.

Qualität

Der Begriff der Qualität ist sehr umfassend und lässt sich nur schwer eingrenzen. Das Profil *SQ* beschäftigt sich vor allem mit der Art der Qualität, die auch als innere Qualität bezeichnet wird. Während die äußere Qualität die Qualität zum Ausführungszeitpunkt bezeichnet, also das, was von außen für die Anwenderin und den Anwender sichtbar ist, handelt es sich bei der inneren Qualität eher um das Design und die Architektur der Software. Die innere Qualität wirkt immer auf die äußere Qualität ein.

Der ISO-Standard zum Thema Software Engineering definiert sechs Hauptkriterien von innerer und äußerer Qualität: Funktionalität,

Zuverlässigkeit, Benutzbarkeit, Effizienz, Wartbarkeit und Portabilität. Sie bezeichnen die Ziele, die die Systeme erfüllen sollen.

Auch im Bereich der Hardware spielt die Qualität eine große Bedeutung. Da ein Gesamtsystem offensichtlich immer aus Hardware und Software besteht, ist eine Trennung der beiden Komponenten schwierig und sogar gefährlich. In jüngster Zeit wird immer mehr Wert auf das perfekte Zusammenspiel von Hardware und Software gelegt. Daher werden beide Komponenten gemeinsam entwickelt. Durch diese Abstimmung werden Fehlfunktionen vermieden und die Gesamtqualität verbessert.

Funktionssicherheit und Informationssicherheit stellen Teilaspekte der Qualität dar. Während die Informationssicherheit einen sehr speziellen Bereich mit spezifischen Problemen abdeckt, kann die Funktionssicherheit als ein Gebiet der Qualität verstanden werden, das besonders strenge Vorgaben zu erfüllen hat. Die Forschung im Bereich sicherheitskritischer Systeme zielt daher besonders darauf ab, die Qualität der eingesetzten Systeme sicherzustellen.

Funktionssicherheit

Das Thema „Funktionssicherheit" begleitet jede Hardware und Software in ihrem gesamten Lebenszyklus. Schon in der Planung müssen die entsprechenden Qualitätsaspekte berücksichtigt werden. Es gilt zunächst, die Aufgaben der einzelnen Komponenten zu definieren. Die Sollfunktionalität muss identifiziert und visualisiert werden. Dieser Schritt erfordert häufig eine enge Zusammenarbeit von technischen Spezialistinnen und Spezialisten mit den Auftraggeberinnen und Auftraggebern. Letztere sind mit den technischen Details oft nicht vertraut. Sie sprechen also gleichsam eine andere „Sprache" als die Technikerinnen und Techniker. Die Vorstellungen der Planenden richtig niederzulegen, ist keine einfache Aufgabe und erfordert die Forschung an unterschiedlichen Aspekten dieses Problems. So liegt ein Interessenschwerpunkt des Informationstechnikmanagements darin, Geschäftsprozesse möglichst genau abzubilden. Bei der agilen und partizipativen Softwareentwicklung wird versucht, die Anwenderinnen und Anwender mehr in die Entwicklung einzubinden, indem man ihnen Teilergebnisse umgehend bereitstellt und ihre Ideen in den Entwicklungsprozess einfließen lässt.

Die Definition der Sollfunktionalität dient neben der Verbesserung der Verständlichkeit noch einer weiteren Aufgabe: Während und nach der Entwicklung wird sie zur Kontrolle des Systems herangezogen. Es muss daher eine möglichst genaue, überprüfbare Beschreibung des Systems vorliegen. Je sicherheitskritischer das System ist, desto genauere Überprüfungen sind erforderlich und desto wichtiger ist die richtige Spezifikation. Dabei

müssen einzelne Komponenten stets auch in ihrem Gesamtzusammenhang betrachtet werden. Es ist wichtig, dass auch Wechselwirkungen mit anderen Komponenten berücksichtigt werden. Eine Spezifikation auf verständliche und überprüfbare Art zu erstellen, ist keine einfache Aufgabe. Forscherinnen und Forscher in diesem Bereich sind ständig darum bemüht, neue Ansätze zu finden und bestehende Verfahren zu verbessern.

Basierend auf der Spezifikation ist es möglich, eine Überprüfung des Systems durchzuführen. Eine mögliche Methode dazu ist die formale Verifikation. Um insbesondere in sicherheitskritischen Systemen die Risiken zu minimieren, wird nicht nur geprüft, ob die Sollfunktionalität erfüllt ist, sondern es gilt, bestimmte Aspekte der korrekten Funktionsweise zu beweisen. Dadurch soll die Verlässlichkeit und Zuverlässigkeit der Komponenten zweifelsfrei sichergestellt werden. Um dies zu erreichen, werden Spezifikationen erstellt, mit deren Hilfe später eine Verifikation möglich ist. Die Forschung in diesem Bereich schließt auch die Entwicklung von Beschreibungssprachen für Spezifikationen mit ein. Neben der formalen Verifikation wird auch eine weitere Möglichkeit erforscht, die Funktionalität der Komponenten zu prüfen: das Testen. Dieses Forschungsfeld beschäftigt sich damit, die Reaktionen einer Komponente auf unterschiedliche Eingaben und Ereignisse von außen zu prüfen. Je ausführlicher die Tests, desto besser können Fehlfunktionen entdeckt und behoben werden. Um den Aufwand zu minimieren, werden Tests nach Möglichkeit automatisiert.

Auch nach dem Abschluss der Entwicklungsphase spielt die Funktionssicherheit weiterhin eine Rolle. Zum einen muss sichergestellt werden, dass Software und Hardware auch bei längerem Einsatz zuverlässig arbeiten; zum anderen muss bei Erweiterungen oder Verbesserungen dafür gesorgt werden, dass einzelne Funktionalitäten dadurch nicht beeinträchtigt werden. Änderungen im System müssen sich in der Spezifikation widerspiegeln. Diese muss daher entsprechend anpassbar sein und dient dann auch weiterhin dazu, die korrekte Arbeitsweise des Systems zu belegen. Auch hier ist wichtig, dass die Spezifikation verständlich, korrekt und überprüfbar ist. Dadurch lässt sich nachweisen, dass auch nach einer Änderung im System die Funktionssicherheit des Gesamtsystems weiterhin gewährleistet ist.

Auch unabhängig von der Spezifikation wird in der Softwarewartung nach Mitteln gesucht, die Qualität von Software zu verbessern. In diesem Bereich, der als Software-Reengineering bezeichnet wird, versuchen die Forscherinnen und Forscher u. a., Kriterien zu finden, mit deren Hilfe die Qualität mess- und überwachbar gemacht wird (Quality Engineering). Gleichzeitig wird versucht, die Einarbeitungszeit für Entwicklerinnen und Entwickler zu verkürzen, indem am Programmverstehen (Program Comprehension) geforscht wird.

Informationssicherheit

Der Bereich „Informationssicherheit“ beschäftigt sich in erster Linie mit dem Schutz von Informationen und informationsverarbeitenden Systemen vor Angriffen. Informationen müssen zunächst anhand unterschiedlicher Kriterien eingeordnet werden: Wie wichtig sind die Informationen, d. h., wieviel Schaden würde bei einer Kompromittierung der Daten entstehen und welche Schutzziele müssen erfüllt sein? Zudem müssen mögliche Bedrohungen identifiziert und klassifiziert werden. Darauf basierend wird dann ein Schutzkonzept entwickelt. Dabei muss immer das Gesamtsystem betrachtet werden, um Wechselwirkungen mit anderen Komponenten berücksichtigen zu können. Ein wichtiges Forschungsgebiet ist daher das Security Engineering, bei dem es u. a. darum geht, die schützenswerten Komponenten und Daten eines Systems zu identifizieren und zu analysieren, auf welche Weise sie angreifbar sind. Basierend auf solchen Struktur- und Bedrohungsanalysen wird dann die Sicherheitsstrategie entwickelt. Insbesondere wird eine Ausgewogenheit zwischen den oft als konkurrierend wahrgenommenen Anforderungen „Sicherheit“ und „Benutzbarkeit“ angestrebt (Usable Security). Die Akzeptanz des Systems durch seine Nutzerinnen und Nutzer wird dadurch gefördert.

Um einen wirksamen Schutz zu erreichen, müssen die verschiedenen Formen von Bedrohungen erforscht werden. Neben der Untersuchung von Viren, Würmern und Trojanern fällt in diesen Bereich auch die Ausnutzung der Unwissenheit und Gutgläubigkeit der Nutzerinnen und Nutzer, das Social Engineering.

Viele Angriffe beruhen auf Sicherheitslücken in der verwendeten Software. Programmier- und Designfehler zu reduzieren, ist das Forschungsziel der Softwaresicherheit. Dazu kann z. B. das bereits erwähnte Programmverstehen verwendet werden. Dies kann nicht nur dazu dienen, die Zusammenhänge zwischen einzelnen Programmteilen zu visualisieren, sondern hilft auch bei der Aufdeckung von Sicherheitsproblemen.

Eine Möglichkeit, Angriffe von vornherein zu verhindern, ist der Einsatz von Kryptografie. Daten werden dabei vor unautorisiertem Zugriff geschützt, indem sie verschlüsselt werden. Dadurch kann sowohl die Vertraulichkeit als auch die Integrität der Daten sichergestellt werden. Durch bestimmte Verfahren können zudem Daten oder Handlungen eindeutig einer Person zugeordnet werden, so dass auch in der digitalen Welt Rechtssicherheit erzeugt werden kann. Dieser Bereich wird allerdings nur zu einem Teil der Informatik zugerechnet. Die Erforschung der grundlegenden kryptografischen Verfahren wird der Mathematik zugerechnet.

Da heute immer mehr Wert auf Informationsaustausch und Mobilität gelegt wird, werden Protokolle benötigt, die eine sichere Datenübertragung ermöglichen. Sie bestimmen beispielsweise, welche kryptografischen Verfahren zur Verschlüsselung und welche Art der Authentisierung verwendet werden. Dadurch kann sowohl die netzgebundene Kommunikation von stationären Rechnern gesichert werden als auch Daten, die beispielsweise von Mobiltelefonen über eine Funkschnittstelle versendet werden. Forschungsgebiete sind u. a. die Entwicklung von Sicherheitsprotokollen, aber auch die formale Verifikation von Protokollen.

Der Mensch im Profil

Der Profilbereich *SQ* hat viele Bereiche, die den Menschen nur mittelbar betreffen. Das Profil *DMI* (siehe hierzu auch den Abschnitt *3.1.3*) hat definitionsgemäß mit Menschen zu tun, da es seine Aufgabe ist, die Schnittstelle zwischen Rechenmaschinen und ihren Anwenderinnen und Anwendern zu betrachten. Das gemeinsame Ziel im Profil *KIKR* ist es, Computersysteme und Roboter zu entwickeln, welche Fähigkeiten von biologischen Organismen – besonders von Menschen – nachahmen (siehe hierzu auch den Abschnitt 3.1.2). Große Bereiche des Profils *SQ* haben weder den Menschen als Gegenstand noch ist es ihre primäre Aufgabe, die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu untersuchen. Vielmehr geht es hier darum, das „ordnungsgemäße" Funktionieren von Hardware und Software zu gewährleisten. Der Mensch ist hier vor allem insofern von Bedeutung, dass er bestimmt, was „ordnungsgemäß" bedeutet, und somit die Anforderungen bestimmt, die erfüllt werden müssen.

Ein zentrales Thema des Profils ist die Automatisierung von bestimmten Abläufen, die demnach ohne menschliche Interaktion passieren. Ziel ist meist nicht, den Menschen in seiner Interaktion mit der Maschine zu unterstützen. Vielmehr beschäftigt sich ein großer Teil des Profils mit Schutz: Auf der einen Seite soll der Mensch vor seiner Umwelt, unter anderem auch vor der Maschine beschützt werden (Schutz von Leib und Leben) und zum anderen gilt es, die Maschine, also sicherheitskritische Infrastrukturen, vor dem Menschen selbst zu schützen. Der Mensch wird hier häufig als unberechenbare Einflussquelle, ja sogar als Störfaktor gesehen, der eine Gefahr für die Sicherheit des Systems und damit zum Teil auch für sich selbst darstellt.

Die Entwicklung von Algorithmen, die für die korrekten Abläufe sorgen, muss sehr präzise erfolgen und insbesondere im Bereich der sicherheitskritischen Systeme nach Möglichkeit beweisbar sein. Daraus entstehen Probleme, die theoretischer und häufig mathematischer Natur sind. Viele Kernthemen des Profils beschäftigen sich mit der Lösung solcher Probleme.

Eine Hausautomation wird beispielsweise für Anwenderinnen oder Anwender entwickelt, die Geräte, wie die Heizung oder Rollläden, nach ihren Vorstellungen steuern können möchten. Um dies zu erreichen, müssen viele verschiedene Komponenten erstellt werden. Zum einen gehört dazu die Entwicklung eines entsprechenden User Interfaces, das für die Anwenderinnen und Anwender übersichtlich und einfach zu verwenden ist. Die eigentliche Steuerung, also das zugrunde liegende Protokoll, über das Geräte miteinander kommunizieren, wird ebenso wie die verwendeten Funktechnologien durch den Menschen nicht direkt beeinflusst, sondern soll im Gegenteil automatisiert ablaufen. Für Entwicklungen im Safety-Bereich kann es sogar lebenswichtig sein, dass Operationen ohne menschliches Eingreifen stattfinden. So sollen Sicherheitsmechanismen für Rollstühle in jedem Fall verhindern, dass der Rollstuhl die Treppe herunterrollt, unabhängig davon, ob die Anwenderin oder der Anwender etwas anderes befiehlt. Und auch im Bereich „Informationssicherheit" müssen häufig Systeme entwickelt werden, die unabhängig vom Menschen in der Lage sind, Entscheidungen zu treffen.

Zweifellos ist es aber auch bei der Realisierung von Funktionssicherheit und Informationssicherheit von Systemen essentiell, den Menschen in der Kommunikation mit der Maschine zu unterstützen. Hier wird der enge Zusammenhang zum Profil *DMI* deutlich. In Bereichen wie der Usable Security oder dem Programmverstehen überschneiden sich die beiden Profile. Ohne die Berücksichtigung der Personen, die das System nutzen oder auf andere Art damit in Berührung kommen, sind Sicherheit und Qualität des Gesamtsystems nicht zu realisieren. Diese Anforderung ist aber häufig nicht leicht zu erfüllen.

Einer der schwierigsten Schritte bei der Entwicklung eines Systems ist es, überhaupt zu spezifizieren, was es genau tun soll und welche Anforderungen es zu erfüllen hat. Dabei sind häufig Gespräche zwischen Entwicklerinnen/Entwicklern und Personen ohne technischen Hintergrund erforderlich, woraus sich Kommunikationsprobleme ergeben können. Jeder Mensch trifft Entscheidungen, die aus seiner eigenen Erlebenswelt resultieren. Menschen mit unterschiedlichem Kontext reden häufig aneinander vorbei, ohne es zu merken. Je unterschiedlicher die Kontexte, desto schwieriger die Kommunikation. Auch Entwicklerinnen und Entwickler handeln in ihrem Kontext und programmieren nach bestem Wissen und Gewissen, so, wie sie es für richtig halten. Da ihre Erlebniswelt aber möglicherweise eine andere ist als die der späteren Anwenderin oder des späteren Anwenders, können sich daraus Probleme ergeben, die sie nicht einmal erahnen können.

Im Bereich „Informationssicherheit" gibt es einen ganz ähnlichen Bereich. Um ein System abzusichern, muss eine Entwicklerin oder ein Entwickler bestimmte Grundannahmen über die Umgebung treffen, in der das System

eingesetzt wird. Die Common Criteria, ein Standard zur Evaluierung und Bewertung der Sicherheit von Produkten, enthalten beispielsweise für die meisten Produkte auch eine Liste von Annahmen, die erfüllt sein müssen, damit das Produkt wirklich sicher ist. Da die reale Welt sehr unberechenbar ist und sich auch ständig ändert, ist es sehr schwierig, zutreffende Grundannahmen zu treffen. Besonders gefährlich sind Bedingungen, die unbewusst vorausgesetzt werden, weil sie der Erlebniswelt der Entwicklerin oder des Entwicklers entsprechen.

Wie bereits erwähnt, ist eine Methode zur Überprüfung der Informationssicherheit eines Systems die Bedrohungsanalyse. Ihr Ziel ist, eine möglichst vollständige Liste der Möglichkeiten aufzulisten, durch die ein System angegriffen werden kann und welche Schritte durchgeführt werden müssen, um dieses Ziel zu erreichen. Eng im Zusammenhang mit der Bedrohungsanalyse steht das Angreifermodell. In der Literatur finden sich Angreifertypen wie das sogenannte „Skriptkiddie", der „Hacker" und der „professionelle Angreifer". Während erstere geringe technische Fähigkeiten besitzen, aber viel Zeit haben und sich frei im Netz verfügbare Exploits zunutze machen, um anzugreifen, verfügt der Hacker über beträchtliche Fähigkeiten, die er aber nicht zu seinem persönlichen Vorteil nutzt. Der professionelle Angreifer hat sowohl die finanziellen Mittel als auch das technische Wissen, um gezielte Angriffe durchzuführen. Die Angreifermodelle sind in der Regel sehr generisch und vermitteln dadurch ein verzerrtes Bild der Realität. Fraglich ist auch, ob Modelle dieser Art in der Lage sind, die für die Sicherheit des Systems wesentlichen Faktoren zu erfassen und wiederzugeben.

Aus diesen Beispielen geht hervor, dass der Mensch an vielen Stellen direkt oder auch indirekt Einfluss auf die Sicherheit des System hat und es wichtig ist, die Vielfältigkeit der Menschen an allen Stellen zu berücksichtigen.

Fazit

Es wird deutlich, wie umfassend der Bereich ist, der in das Profil SQ fällt und wie wichtig die Forschung in diesem Gebiet ist. Fehlfunktionen in sicherheitskritischen Systemen können gravierende Folgen haben und schlimmstenfalls sogar eine Gefahr für Leib und Leben darstellen. Ebenso kann auch der Verlust von Daten große Probleme nach sich ziehen, die von Image-Schäden bis zu Schädigungen durch Wirtschaftskriminalität gehen.

Der Mensch spielt auch im Profil SQ eine große Rolle. Die Lösungen in diesem Profil werden zum Schutz des Menschen und seiner Daten entwickelt. Auch wenn in vielen Bereichen automatisierte Lösungen entwickelt werden, ist die Qualität des Gesamtsystems ohne die Berücksichtigung der Anwenderinnen und Anwender nicht zu gewährleisten. Diese wirken direkt oder indirekt auf Komponenten ein und verändern dadurch die Umstände, in denen sich das System bewegt. Durch die Vielfältigkeit der Menschen erzeugen ihre Handlungen einen Unsicherheitsfaktor, der die Konstruktion eines sicheren Systems stark erschwert.

Literatur

1994. ISO/IEC 8402:1994: *Quality management and quality assurance* – Vocabulary.

2001. ISO/IEC 9126-1:2001: *Software engineering* – Product quality – Part 1: Quality model.

3.1.2 Künstliche Intelligenz, Kognition und Robotik

Der Mensch als Modell

Thorsen Kluß, Carolin Zschippig

Das Profil setzt sich aus den Teilgebieten KI, Kognition und Robotik zusammen. Die KI ist der Bereich der Informatik, in welchem die Automatisierung intelligenten Verhaltens im Zentrum steht. Der Begriff der Kognition (lat.: cognoscere; erkennen, erfahren) beschreibt – im Rahmen einer informatischen Definition – die von einem verhaltenssteuernden System ausgeführte Umgestaltung von Information. Die Robotik beruht auf dem Konzept der Interaktion mit der physischen Welt, auf Prinzipien der Informationstechnik sowie auf technisch machbarer Kinetik (Bewegung). Trotz deutlicher Unterschiede in den Schwerpunkten sind die Übergänge zwischen den Teilgebieten fließend. Ein Roboter ohne die Fähigkeit zur Kognition oder ohne Ansätze von intelligentem Verhalten ist nur schwer vorstellbar. Genauso erfordert eine Automatisierung intelligenten Verhaltens in den meisten Fällen das Vermögen zur Umgestaltung von Information. Dementsprechend lassen sich die drei Teilgebiete in einem gemeinsamen Schema zusammenfassen.

Der in Abbildung 1 als intern gekennzeichnete Bereich repräsentiert ein hypothetisches Modell der Welt und die Abstraktion der gestellten Aufgabe, mit der diese den Methoden der KI verfügbar gemacht wird. Externe Komponenten ermöglichen die Interaktion mit der Außenwelt – und das sowohl rezeptiv (Sensorik) als auch agierend (Aktion). Der rezeptive Anteil stellt dabei Informationen über die Außenwelt zur Verfügung, die als Grundlage der kognitiven Informationsumgestaltung innerhalb des Modells zur Verfügung stehen. Der agierende Anteil ermöglicht es wiederum, auf Basis der verarbeiteten Daten auf die Umwelt einzuwirken.

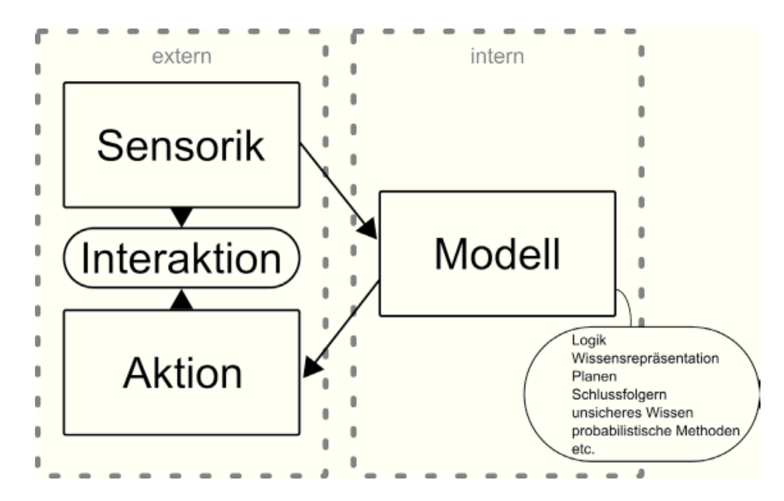


Abbildung: 03.01 Schematische Darstellung des Profils KIKR

Ein gemeinsames Ziel im Forschungsprofil *KIKR* ist es, Computersysteme und Roboter zu entwickeln, welche ebensolche Fähigkeiten besitzen wie biologische Organismen, insbesondere Menschen. Hierzu zählen beispielweise die Wahrnehmung (z. B. das menschliche Sehen und Hören), motorische Fähigkeiten, die Lokomotion (z. B. der menschliche Gang), die Koordination mit anderen (z. B. beim Fußballspiel) oder der Umgang mit räumlichem und zeitlichem Wissen zur Navigation oder Lokalisation. Deren Ausführung geschieht beim Menschen selbstverständlich und mit Leichtigkeit, obwohl sie einen nicht unbeträchtlichen Rechenaufwand für das menschliche Gehirn darstellen. Dabei ist es in keinerlei Hinsicht eine triviale Aufgabe, diese Fähigkeiten auf ein Computersystem zu übertragen.

Historische Entwicklung

Der Begriff „KI" wurde in den 50er-Jahren des letzten Jahrhunderts u. a. von Minsky, Shannon und McCarthy geprägt und führte insbesondere in der Anfangsphase zu einer fast grenzenlosen Erwartungshaltung: Die sogenannte ‚starke KI' hatte zum Ziel, eine allgemeine Intelligenz zu schaffen, die der des Menschen gleicht oder diese übertrifft. Demgegenüber steht die ‚schwache KI', die eher darauf abzielt, konkrete Anwendungsprobleme zu meistern, zu deren Lösung spezifische Intelligenzleistungen erforderlich sind. Die schwache KI ist heutzutage im Fokus der Forschung in der Informatik, während die starke

KI eher Philosophen beschäftigt. Diese Tendenz zur Spezialisierung spiegelt sich auch in der heutigen Forschungslandschaft wider, gut zu erkennen an den inhaltlich heterogenen Forschungsgebieten, die dem Profil *KIKR* zugeordnet werden können. Kolo et al. (1999) ergänzen, dass Nachbardisziplinen der Informatik eine immer größere Rolle spielen. So werden in der Forschung des Profils typische Bereiche der KI, z. B. der Wissensrepräsentation, des Schlussfolgerns und der Kommunikation, aus einer interdisziplinären kognitionswissenschaftlichen Forschungsperspektive betrachtet. Das Spektrum der Arbeiten umfasst die Implementierung raum-zeitlicher kognitiver Modelle in virtuellen und realen Umgebungen sowie empirische Untersuchungen der Interaktion menschlicher und künstlicher kognitiver Agenten. Besonders hervorgehoben werden in diesem Zusammenhang beispielsweise die Konzeptualisierung raum-zeitlicher Relationen durch qualitative Repräsentationen, die Verarbeitung ungenauer, unvollständiger, unscharfer, ungewisser und widersprüchlicher Informationen aus der Umgebung oder die Interaktion zwischen mentalen und externen räumlichen Repräsentationen.

Die Anfänge der Robotik werden oft im uralten Traum der Menschen gesehen, intelligente Artefakte mit menschlichem Aussehen zu erschaffen, wie beispielsweise in der griechischen Mythologie die Legende des bronzenen Sklaven Talus erzählt, ein von Hephaistos gefertigter Riese mit der Aufgabe, die Insel Kreta vor Eindringlingen zu bewachen. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts prägten die literarischen Werke der Brüder Karel und Josef Čapek sowie Isaac Asimovs den modernen Begriff des Roboters, einer intelligenten Arbeitsmaschine. Die ersten physikalisch existierenden Roboter wurden in den 1960ern gebaut – für den Einsatz in der industriellen Fertigung. Seitdem hat sich der Einsatzbereich von Robotern stetig erweitert. Sie werden unter Wasser und im Weltraum eingesetzt, bei Such- und Rettungsmissionen, in Krankenhäusern und bei militärischen Operationen. Seit der Jahrtausendwende dringen Roboter immer stärker in die Alltagsumgebung ein, vornehmlich zur Ausführung von Serviceaufgaben und zum Entertainment. Auch in der Robotik spielen Nachbardisziplinen eine immer größere Rolle und stimulieren die Forschungsperspektive. Durch die Fortschritte in der 3D-Print-Technologie ist es kostengünstig und einfach möglich, neue Körperformen und Kinetiken zu erproben. Die Inspiration für die Konstruktion kommt dabei, ganz ähnlich wie im Bereich der Kognition, oftmals aus der Biologie, um die Vorteile von evolutionär bewährten Formen und Bewegungsmustern zu nutzen. In die Kommunikation zwischen Mensch und Roboter fließen Erkenntnisse aus geisteswissenschaftlichen Disziplinen, wie der Linguistik oder Psychologie, ein und forcieren – gepaart mit Fortschritten in der Sensortechnologie – die Forschung an neuen Interaktionsmethoden.

Technologien und Methoden

Bestimmte Technologien und Methoden tauchen in den Forschungsfragen des Profils *KIKR* immer wieder auf und bilden die Grundlage, auf der anwendungsorientierte Systeme und Produkte aufbauen. Bei der Betrachtung der Technologien und Methoden wird wiederum der maßgebliche Einfluss von Nachbardisziplinen deutlich und der dadurch bedingte interdisziplinäre Charakter vieler Forschungsprojekte. Die Methodik in diesem Profil ist multidisziplinär und umfasst insbesondere psychologische, neurowissenschaftliche sowie informatische Methoden. Das Vorgehen ist häufig zweistufig: Auf der einen Seite werden empirische Daten (z. B. an Menschen) erhoben, die auf der anderen Seite dazu dienen können, (1) Hypothesen über die Struktur und Funktionsweise einer biologischen, kognitiven oder intelligenten Leistung (oder Konstruktion) zu generieren oder (2) bereits bestehende Modelle zu diesen Leistungen zu bestätigen. Neben diesen induktiven Verfahren werden Modelle (oder zu überprüfende Hypothesen) deduktiv auf theoretischer Basis generiert.

Ein Schwerpunkt des Profils *KIKR* sind hybride, wissensbasierte Systeme, die elementare kognitive Fähigkeiten, wie etwa die Mustererkennung, mit höheren kognitiven Leistungen, wie der Wissensrepräsentation und Schlussfolgerung, kombinieren. Mit Mustererkennung sind beispielsweise Verfahren gemeint, die visuelle oder auditive Signale, wie Kamerabilder oder Sprachaufzeichnungen, hinsichtlich wiederkehrender Merkmale analysieren. Weitere Forschungsfragen stehen im Zusammenhang mit der räumlichen Repräsentation im menschlichen Gehirn, der Aktivitätserkennung oder dem Umgang mit unsicherem Wissen. Damit ein intelligentes System Informationen über seine Umgebung erhalten kann, muss es mit Sensoren ausgestattet sein. Dies führt beispielsweise in den Bereich der Bildverarbeitung oder Computer Vision. Hier stellt sich u. a. die Frage nach der Qualität der Sensordaten: Bei der Verarbeitung erschwert zum einen Rauschen die Interpretation der Daten, aber auch komplexere optische Phänomene, wie z. B. Licht, Schatten, Unschärfe und Reflexionen. Das Ziel ist hier, Algorithmen zu finden, die es ermöglichen, die Sensordaten trotz der genannten Schwierigkeiten zu nutzen. Eine besondere Anforderung ist, diese Algorithmen in Echtzeit anzuwenden. Die Fortsetzung dieses Gedankens führt in den Bereich der Robotik: Um die tatsächliche Interaktion des modellierten Systems mit seiner Umgebung zu ermöglichen, sind nicht nur Sensoren, sondern auch Aktuatoren erforderlich. Die Robotik versteht sich hier als integrierende Wissenschaft, die gleichermaßen Inhalte der KI und Kognitionswissenschaft, Elektrotechnik und Mechatronik umfasst. Dabei ist eine zentrale Aufgabe, mobile Robotersysteme zu entwickeln, die in

der Lage sind, in jeweils unterschiedlichen Umgebungen (z. B. an Land, zu Wasser, in der Luft oder im Weltraum) komplexe Aufgaben zu lösen.

Die Fortsetzung des Gedankens der tatsächlichen Interaktion der modellierten Systeme führt aber auch über die Profilgrenzen hinaus, beispielsweise zu den Forschungsschwerpunkten des Profils *DMI*. Komplexe und intelligente Systeme, deren Interaktion mit der Umwelt – insbesondere mit menschlichen Nutzern und Nutzerinnen – und die dafür notwendigen Voraussetzungen, wie Sensorik und Wissensrepräsentation, stellen zentrale Aspekte des Profils dar (Details hierzu im Abschnitt 3.1.3). Auch der Bezug zur Forschung des Profilbereichs *SQ* wird augenscheinlich, sobald man die intelligenten Systeme in einen echten Nutzungskontext stellt. „Jede Software und Hardware sollte während ihres gesamten Produktzyklus auf Fragen der Qualität und Sicherheit hin geprüft werden", wie der Abschnitt 3.1.1 ausführlich darstellt.

Anhand konkreter Anwendungsszenarien soll im Nachfolgenden herausgearbeitet werden, was den profilspezifischen Ansatz *KIKR*-zugeordneter Forschung ausmacht.

Anwendungsszenarien und der profilspezifische Ansatz KIKR – zugeordneter Forschung

Ein anschauliches Beispiel, auch für das enge Verhältnis zwischen Grundlagenwissen und Anwendung, ist der Bremer Autonome Rollstuhl Rolland. Rolland ist ein intelligenter Elektrorollstuhl für behinderte und ältere Menschen, der mit Sensorik und einem Steuercomputer ausgestattet ist. Diese Entwicklung eines Systems für Menschen mit Assistenzbedarf ist darüber hinaus eine wissenschaftliche Experimentierplattform und ein Demonstrator für den Einsatz formaler Methoden bei der Entwicklung eingebetteter Systeme. Die Forschung konzentriert sich dabei auf Fragen der Navigation, wobei Erkenntnisse aus der Psychologie und der Neurobiologie berücksichtigt werden. Gleichzeitig besteht andersherum die Möglichkeit, offene Fragen in diesen Bereichen durch die technische Umsetzung auf einem Roboter zu beantworten. Dieser Aspekt ist für die Forschung besonders wichtig, da sich das Vorwissen des untersuchten Roboters, im Gegensatz zu tierischen und menschlichen Probanden, in allen Einzelheiten kontrollieren lässt. Mit dem Mittel der Konstruktion wird hier also nicht nur der ingenieurwissenschaftliche Beweis der Machbarkeit eines technischen Systems erbracht; es wird gleichzeitig ein empirisches Instrument geschaffen, mit dem der induktive Schluss möglich ist, und das bei maximaler Kontrolle über alle untersuchungsrelevanten Parameter.

Dieses Beispiel einer konkreten Anwendung eignet sich, den Bezug und die Abgrenzung zu den anderen beiden Profilen herauszustellen. Selbstverständlich stehen bei einem Assistenzsystem Sicherheit und Qualität an vorderster Stelle. Die sichere Nutzung eines Assistenzsystems wird allerdings auch durch die Interaktion mit diesem System bedingt, sowohl die Interaktion zwischen den Nutzenden und dem System als auch durch die Interaktion mit der Umwelt – verortet im Verhalten des Systems. Das Maß, an welchem die Fähigkeiten des Rollstuhls aus der Sicht des Profils *KIKR* gemessen werden, orientiert sich an den Fähigkeiten von biologischen Organismen – mit starker Betonung der Inspiration durch die Biologie, die sowohl Algorithmen als auch die Kinetik betrifft. Die rationalisierende Begründung dieser Inspiration durch die Natur ist, dass Mechanismen, die sich über hunderttausende von Jahren im Laufe der Evolution entwickelt haben, üblicherweise außerordentlich effizient und robust sind und damit dem überlegen, was ein Mensch in wenigen Jahren Förderungsdauer eines Forschungsprojektes entwickeln kann. Auffällig ist, dass Natur und Technik hier als binäres Paar auftreten, also im Sinne des cartesianischen Dualismus entgegengesetzte Begriffe sind. Daneben ist anzumerken, dass die Natur typischerweise weiblich, die Technik hingegen männlich konnotiert ist – die ‚weibliche' Natur ist hier schöpferische Grundlage, um ‚männliche' Technik zu generieren. Die Aussage, Techniken zur Naturbeherrschung zu entwickeln, sei ‚männlich', wie sie in der feministischen Literatur zu finden ist, reiht sich lückenlos in diese Argumentation ein.

Die cartesianisch-dualistische Denktradition spiegelt sich auch in anderen Bereichen der Forschung des Profils *KIKR*. So inspirierte die ‚starke KI' der 1950er-Jahre unter dem Eindruck, dass Intelligenz unabhängig von der Trägersubstanz Gehirn sein kann, bemerkenswerte Voraussagen: Minsky äußert beispielsweise die Idee, alle Teile einer Persönlichkeit seien vom Körper abtrennbar, auf Maschinen übertragbar und Unsterblichkeit damit potentiell realisierbar. Moravec (1988) spricht vom Ende des biologischen Lebens und der zukünftigen Evolution einer technischen Intelligenz. Newell und Simon (1961) bemühen sich, mit dem General Problem Solver ein System zu entwickeln, das menschliches Denken simuliert und damit beliebige Aufgabenstellungen lösen kann. Keine dieser Voraussagen, von denen hier nur wenige Beispiele angeführt sind, ist auch nur im Ansatz eingetreten – sicher auch, wie Sesink (1993) schreibt, weil weder Klarheit über die Eigenschaften von Intelligenz noch eine allgemeine Definition des Intelligenzbegriffs existieren. Franck (1990) erklärt zusätzlich in diesem Zusammenhang, ein weiteres bemerkenswertes Kennzeichen der KI sei die weitgehende Ausgrenzung erkenntnistheoretischer und grundlegender philosophischer Fragen. In den Gründungstagen der KI (und in manchen Strömungen bis zum heutige Tage) zeigt sich eine auffällige

Einteilung des Menschen in das dualistische Antagonistenpaar Körper und Geist. Der Körper wird hier als Last oder sogar als entbehrlich angesehen und der reine Geist ist erst in seiner unsterblichen Formalisierung verfügbar. Bemerkenswert ist, dass der ‚Res extensa' im descartesschen Sinne, also der Körperlichkeit, eher weibliche Eigenschaften zugesprochen werden. Die ‚Res cogitans', Descartes' Idee vom Geist als Gegenspielers des Körpers, wird hingegen eher mit männlichen Eigenschaften assoziiert. Dieses Menschenkonzept der frühen KI (und anderer Disziplinen, besonders der Biologie und Psychologie), welches kritisch betrachtet als Mischung aus dem Dualismus der Antike und der griechischen-christlichen Interpretation vom sterblichen Körper und einer ablösbaren, unsterblichen Seele wirkt, wird in den letzten Jahrzehnten von der Strömung des Embodiment in Frage gestellt. Die grundlegende These dieser – auch Enactivism oder Embodied Cognition genannten – Denkrichtung ist, dass intelligente Leistungen ohne den Körper nicht möglich sind. Eine intelligente Leistung wird danach durch das informationsverarbeitende System in der physikalischen Interaktion erst konstituiert. Im Bereich der Wahrnehmungspsychologie gelten diese Thesen als bestätigt: Die Wahrnehmung ist kein rein rezeptiver Vorgang, sondern immer im Verhältnis zur Motorik zu verstehen, so wie z. B. das Sehen nur möglich ist, wenn die Bewegungen des Auges stattfinden. Ebenso kann keine Bewegung ohne die propriozeptive, sensorische Rückmeldung ausgeführt werden. Die gleiche Verschränkung von Körper und Informationsverarbeitung gilt für höhere kognitive Leistungen, wie etwa die Repräsentation von Raum im menschlichen Gehirn und das darauf beruhende Navigationsverhalten. Auch Erkenntnisse aus dem Bereich der Entwicklungspsychologie) stützen die Idee, dass bei der Betrachtung von Intelligenz immer der Complete Agent berücksichtigt werden muss und nicht nur sensorische oder motorische Teilleistungen. Dies führt dazu, dass diese Ansätze immer weitere Verbreitung im Bereich der KI finden.

Ein weiteres Feld des Profils *KIKR*, mit seiner Bestrebung, selbststeuernde Roboter und unabhängig agierende Computersysteme zu schaffen, lässt sich auf den Begriff der Autonomie konzentrieren. Dieses Bestreben nach Autonomie wird auch durch Forschung auf dem Gebiet der Logistik repräsentiert. Die Problemstellung ist hier, dass die bisherigen zentralen Steuerungssysteme aufgrund der vielfältigen und komplexen Logistikprozesse zunehmend an ihre Grenzen stoßen. Der Lösungsansatz ist die dezentrale Organisation der Steuerung. Das Ziel ist ein autonomes, intelligentes Transportgut, das darüber informiert ist, was es ist, wo es sich befindet und wie seine Umwelt beschaffen ist. Es kann mit anderen autonomen Objekten kommunizieren, um auf dieser Basis selbständig über seinen eigenen Transportweg und über Transportmodalitäten zu entscheiden. Auf diese Weise wird nicht nur die zu verarbeitende Datenmenge reduziert, sondern es kann auch schnell auf Veränderungen und

unvorhersehbare Ereignisse reagiert werden. Ermöglicht wird diese Art der dezentralen Logistiksteuerung durch Technologien, die oft unter dem Begriff Internet der Dinge subsummiert werden. Hierzu zählen Technologien zur automatisierten Identifikation von Objekten (z. B. RFID), Sensoren, die sich selbstorganisiert zu Netzen zusammenschließen, Ortungs- und Kommunikationstechnologien und bestimmte Softwarekonzepte, z. B. Multiagentensysteme. Auch hier lassen sich die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Ansätze der Embodied Cognition wiederfinden. Die Intelligenz der Transportgüter und damit die Leistungsfähigkeit des Logistiksystems werden gesteigert, indem Sensorinformationen lokal in den mobilen Agenten verarbeitet werden, womit das Konzept der Berücksichtigung des Complete Agent mit sensorischen und motorischen Teilleistungen umgesetzt ist.

Die Vernetzung von ‚Dingen' im Internet bringt die Möglichkeit mit sich, große Datenmengen – oder Big Data – in den unterschiedlichsten Kontexten zu generieren, zu sammeln und miteinander zu verknüpfen. Die Auswertung und Nutzbarmachung dieser Informationen ist ebenfalls ein großes Thema im Profil *KIKR*, insbesondere mit Schwerpunkt auf dem Schlussfolgern. Sei es für die Kostensenkung im Gesundheitswesen oder in der öffentliche Verwaltung, die Steigerung der Umsatzrendite für Händler oder die Entwicklung von Behandlungsmethoden für Krankheiten: Der Anwendungsbereich von Big Data ist vielfältig und die Nutzung von Big Data wird von vielen als eine neue, zentrale Entwicklung gesehen (Manyika et al. 2011). Ein essentieller Bestandteil ist dabei die Gewinnung und Interpretation von Informationen aus der Datenmasse, das Schlussfolgern der Bedeutung. Hier ist wiederum der Mensch mit seinem Problemlöseverhalten und Entscheidungsfindungsprozess Modell und Maß für Forschungsprojekte aus dem Profil *KIKR*. Die einzelnen Datenpakete aus unterschiedlichsten, möglicherweise unstrukturierten Quellen werden durch Methoden der KI- und Kognitionsforschung umgestaltet und aus den Low-Level-Informationen eine abstraktere Bedeutungsthese abgeleitet. Diese bildet die Grundlage für Handlungen von Menschen oder maschinellen Agenten im Sinne der Automatisierung. Big Data wird die Gesellschaft grundlegend verändern, indem sie in die Entscheidungsprozesse auf diversen Ebenen vordringt und auch beispielsweise eine Abgrenzung zwischen öffentlichem und privatem Raum schwieriger macht. Dies soll als abschließendes Beispiel für die Vielfalt in der Informatikforschung und die gesellschaftliche Relevanz aktueller Forschungsthemen dienen.

Fazit

Die vorangegangenen Abschnitte beinhalten einen Überblick über die Forschung im Profil *KIKR*, zudem eine historische und kulturelle Einbettung. Allgemein ist die Entwicklung neuer Technologien durch eine wachsende Bedeutung von Interdisziplinarität geprägt, die sich in der engen Zusammenarbeit der Informatik mit anderen Disziplinen, wie etwa der Biologie, Psychologie und Linguistik widerspiegelt. Auch sind die einzelnen Teilbereiche des Profils *KIKR* eng miteinander verschränkt, genauso wie Anknüpfungspunkte zu den beiden anderen Profilen *SQ* und *DMI* bestehen.

Die Interdisziplinarität bietet in der Außenwirkung der Informatikforschung das Potenzial, ein modernes, offenes und attraktives Bild der Informatik zu gestalten und damit Innovationen in diversen Anwendungsbereichen zu fördern, indem die Fragestellungen von einem diversen und vielfältigen Personenkreis adressiert werden. Die Interdisziplinarität bedingt aber auch, dass die Abgrenzung und Zuordnung bestimmter Forschungsfragestellungen zu einem Profil erschwert wird und sich vor allem auf einer thematischen Ebene nur schwer umsetzen lässt. Es ist vielmehr der Blickwinkel auf die Problemstellung, der die Zuordnung zu einem Profil ermöglicht. Im Profil *KIKR* ist dieser geprägt durch das Bestreben, die Fähigkeiten von biologischen, intelligenten Systemen im Allgemeinen und die menschliche Intelligenz im Besonderen auf technische Systeme zu übertragen.

Literatur

Brooks, Rodney A. 2000. *Cambrian intelligence:* The early history of the new AI. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Clark, Andy. 1998. *Being there*: Putting brain, body, and world together again. MIT Press.

Daly, Mary. 1990. *Gyn/ecology*: The metaethics of radical feminism. Beacon Press.

Dornes, Martin. 1993. *Der kompetente Säugling*. Fischer-Taschenbuch-Verlag

Fausto-Sterling, Anne. 2002. Sich mit Dualismen duellieren: Wie natürlich ist Geschlecht? S. 17–64.

Franck, Egon P. *Künstliche Intelligenz:* eine grundlagentheoretische Diskussion über Einsatzmöglichkeiten und -grenzen aus allgemeiner und aus Unternehmenssicht. 1990. PhD Diss.

Khatib, Oussama und Bruno Siciliano. 2008. *Springer Handbook of Robotics*. Springer.

Kolo, Castulus, Thomas Christaller und Ernst Pöppel. 1999. *Bioinformation:* Problemlösungen für die Wissensgesellschaft. Vol. 38. Springer DE.

Manyika, James, Michael Chui, Brad Brown, Jacques Bughin, Richard Dobbs, Charles Roxburgh und Angela H. Byers. 2011. *Big data:* The next frontier for innovation, competition, and productivity. Technical Report June.

Michael, Katina und Keith W. Miller. 2013. *Computer. Introduction to Big data:* New opportunities and new challenges, S. 22–24.

Moravec, Hans. 1988. *Mind children*. Cambridge University Press.

Newell, Allen und Herbert A. Simon. 1961. *GPS, a program that simulates human thought*. Defense Technical Information Center.

Nourbakhsh, Illah R. 2013. *Robot Futures*. MIT Press.

Piaget, Jean. 2003. *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde*. Klett-Cotta.

Russell, Stuart J., Peter Norvig, John F. Canny, Jitendra M. Malik und Douglas D. Edwards. 1995. *Artificial intelligence:* A modern approach. Vol. 74. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Scholz-Reiter, Bernd und Hartmut Höhns. 2006. Selbststeuerung logistischer Prozesse mit Agentensystemen. In *Produktionsplanung und-steuerung,* S. 745–780. Springer.

Sesink, Werner. 1993. *Menschliche und künstliche Intelligenz*: Der kleine Unterschied. Klett-Cotta.

Zetzsche, Christoph, Johannes Wolter, Christopher Galbraith und Kerstin Schill. 2009. *Representation of space:* Image-like or sensorimotor? 22 (5), S. 409–424. Spatial Vision.

3.1.3 Digitale Medien und Interaktion

Der Mensch als Handelnder

Kamila Wajda

Die Vorgeschichte der Informatik beginnt mit der Definition der Berechenbarkeit und der Konstruktion des ersten Computers als Rechenautomat. Die Mathematik sowie (programmier-)technische Entwicklungen prägen zunächst die Disziplin, werfen jedoch in den 1970er-Jahren mit zunehmenden Möglichkeiten der Computertechnik nötig gewordene Fragen nach Konzepten der Mensch-Computer-Interaktion auf und machen den Computer in den 1980er-Jahren zum zweckrationalen (Arbeits-)Instrument zur Unterstützung geistiger Tätigkeiten. In heutigen Szenarien nehmen Computer und Digitale Medien vielfältige Nutzungsformen an, wobei die Grenzen ihrer Anwendung immer mehr verschwimmen. Der Nutzungskontext erstreckt sich zunehmend auf die ganze Lebenswelt und Interaktivität wird zum Leitgedanken neuer Medien. Demgemäß ist der Computer in seiner Entwicklung heute nicht mehr als reines Werkzeug, sondern vielmehr als Medium zu betrachten (Schelhowe 1997).

Auf eine solche Entwicklung der Informatik deutete auch Terry Winograd (1997) hin und sagte für die Informatik die Verschiebung von Schwerpunkten vorher: von Berechnung zu Kommunikation *(Computation to Communication)*, von Außenstehenden zu Akteuren *(Aliens to Agents)* und von der Maschine zum Lebensraum bzw. medialen Erfahrungsraum *(Machinery to Habitat)*. Kommunikation und handelnder Umgang würden zentrale Begriffe sein. Aus diesen zwei Kernpunkten leitet sich zum einen die Frage ab, wie diverse Informationen kommuniziert werden können und welche Formen von Digitalen Medien dafür zu entwickeln sind. Zum anderen gerät die Frage ins Zentrum, wie handelnder Umgang mit Digitalen Medien und Computern am

vorteilhaftesten und erfahrungsreichsten (vgl. *User Experience*) gestaltet werden kann. Mit zunehmender Durchdringung unserer Lebenswelt mit Informationstechnik wachsen auch die Anforderungen an die Konzeption von Digitalen Medien, Interaktionsformen und vielseitigen Formen von Computern. Der Nutzungs- bzw. Nutzerkontext wird zu einer weiteren bedeutenden Kategorie in der Informatik und rückt die Frage in den Vordergrund, welche Faktoren bezüglich der Nutzungsszenarien sowie der Nutzerinnen und Nutzer in die Gestaltung von Informationstechnik einbezogen werden müssen und wie dies geschehen kann.

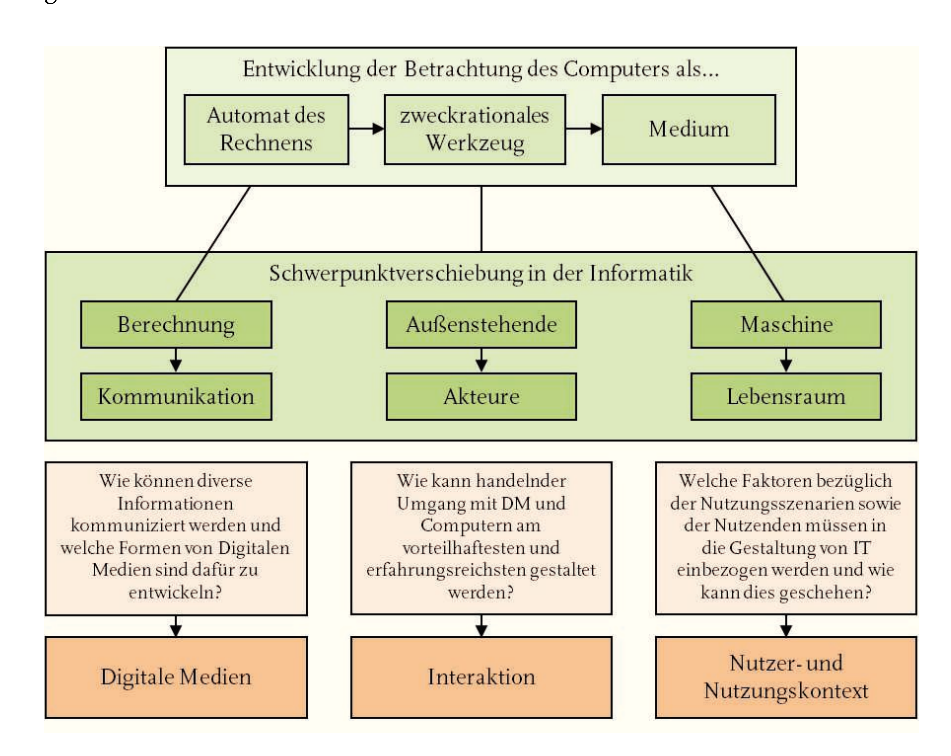


Abbildung: 03.02 Schwerpunktentwicklung im Profil DMI

Damit hat sich die Auffassung vom Computer heute ganz wesentlich vom Automaten über ein Werkzeug zum Medium gewandelt und Digitale Medien, Interaktion und auch Kontext werden zu entscheidend bedeutsamen Kategorien. Diese greifen weit ineinander über und sind in heutigen Szenarien kaum noch voneinander zu trennen. Diesen Entwicklungen wird der Profilbereich *DMI* gerecht.

DIGITALE MEDIEN

Unsere Wissensgesellschaft schreibt der Organisation und Vermittlung von Informationen einen hohen Stellenwert zu und verlangt nach ihren vielfältigen Ansprüchen entsprechenden, geeigneten Kommunikations- und Informationsmitteln. Demgemäß halten Digitale Medien heute in diversen Lebensbereichen und alltäglichen Prozessen Einzug und tragen aktuell zu ihrer Unterstützung, aber auch Veränderung bei. Sie wirken ein auf die Gestaltung von Freizeit, Arbeit und Lernen, formen neue Möglichkeiten von gesellschaftlicher Partizipation, Organisation (von Wissen), Kooperation sowie synchroner als auch asynchroner Kommunikation. Zudem finden sie Anwendung in den Gebieten „Kunst und Kultur", „Sicherheit", „Gesundheit" und vielen anderen. Digitale Medien können dabei der Erfassung und Verarbeitung, Übermittlung sowie Zugänglichmachung bzw. Vermittlung von Informationen und Aktionen dienen. Bild, Ton, Bewegtbild und Text in ihren vielfältigen Organisations-, Vernetzungs- und Darstellungsmöglichkeiten sowie die Suche, Sicherung und Bearbeitung von digitalen Inhalten sind Forschungsgegenstände im Bereich „Digitale Medien". Digitale Medien zeichnen sich gegenwärtig vor allem durch Interaktivität aus. Dementsprechend verschiebt sich der Fokus mit den Digitalen Medien von dem, was der Computer tut, zu dem, was und wie er kommuniziert, sowie von der Konzeption intelligenter Systeme zur Wissensmodellierung (Winograd 1997). Die Herausforderung besteht heute besonders in der sinnvollen Verknüpfung, Kommunikation und Präsentation von Informationen aus zum Teil unterschiedlichen Quellen und in verschiedenen Formen.

DIGITALE MEDIEN: KONZEPTE UND TECHNOLOGIEN

Beispiele für Konzepte und Technologien, an denen im Bereich „Digitale Medien" – zumeist auch mit Schnittstellen zu anderen Forschungszweigen – entwickelt und geforscht wird, sind das Web, *semantische Medien*, *Spatial Media* und *Visual Computing*.

Viele Konzepte, Technologien und Anwendungen der Informatik basieren auf Vernetzung. Das WWW und weiterführend das Web 2.0 mit seinen vielseitigen Technologien bieten häufig die Grundlage für die Vernetzung von Computern, Informationen sowie Personen untereinander und im gesellschaftlichen Rahmen. Die Forschung beschäftigt sich hier u. a. mit der Koordination und Weiterentwicklung von synchronen sowie asynchronen Formen Netzbasierter Kommunikation (z. B. Videokonferenzen, virtuellen Räumen, E-Mail) und in Verknüpfung mit dem Profil *SQ* mit den aktuellen technischen sowie sozialen Anforderungen entsprechender Web-Softwaretechnik und Rechnernetze. Soziale Medien – Interaktivität unterstützende und Mitglieder der Gesellschaft virtuell miteinander verbindende Digitale Medien(-Plattformen) – bieten hier die Möglichkeit, Inhalte im Netz mitzugestalten und Einzelpersonen, Gruppen und einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Im Bereich der semantischen Medien wird das Ziel verfolgt, maschinelles Suchen, Extrahieren, Verstehen und Abbilden von Nutzerintentionen, digitalen Inhalten und Interaktionen zu ermöglichen, um intelligente und intuitive digitale Mediensysteme zu realisieren. Die aktuelle Forschung bezieht sich mit Überschneidungen zum Profil *KIKR* beispielsweise auf Modelle zur adäquaten Repräsentation und Verknüpfung von Wissen, *Semantic Clouds* als Repräsentationsansatz, die automatische Interpretation von Bild- sowie Videoelementen und das semantische Web mit miteinander in Beziehung gesetzten Informationen als Erweiterung des WWW.

In Anlehnung an mobile Systeme beschäftigt man sich im Bereich „Spatial Media" mit Digitalen Medien, die geografische Daten nutzen, wobei hier u. a. die Verarbeitung von Geodaten mit Techniken des Visual Computing verbunden wird.

Im Visual Computing geht es um die Erweiterung von Systemen durch visuelle Daten sowie deren Verarbeitung. In der Forschung werden Themen um Bild- und Videoverarbeitung und ferner auch Computergrafik, *Erweiterte sowie Gemischte Realität*, Bildverstehen und (3D) - Animation behandelt. Diese beschäftigen sich zusammenfassend mit der (Echtzeit-)Erzeugung bzw. Darstellung, Bearbeitung, Optimierung, Analyse und Interpretation von Bildern, bewegten Bildern und Text-Bild-Kombinationen.

DER MENSCH UND DAS MEDIUM

Diverse zu kommunizierende Informationen (z. B. Nachrichten, Suchergebnisse), aber auch Daten bezüglich der Nutzenden, des Nutzungskontexts und menschlicher Handlungen (z. B. Systemfeedback) werden in Digitalen Medien in eine für den Menschen sinnvolle, wahrnehmbare und (mit-)gestaltbare Form gebracht. Wie dies geschehen kann, orientiert sich an der Art und Weise, wie der Mensch denkt, sich erinnert, sich konzentriert, vergisst (Weinschenk 2011), wahrnimmt (vgl. Kapitel 3.1.2), handelt, wo er sich befindet usw. Somit ist der Mensch nicht nur als Nutzer, sondern auch als Mitgestalter von informationstechnischen Systemen zu betrachten. Inhalte, Funktionen und Methoden sollen entsprechend so ausgerichtet sein, dass sie zum einen für diverse Menschen und mit diversen Menschen gestaltet werden und zum anderen von diesen erstellt, kommuniziert und verändert werden können.

Interaktion

Heute sind wir keineswegs allein Rezipientinnen und Rezipienten dessen, was durch Digitale Medien kommuniziert wird, sondern zunehmend auch Handelnde. Neuartige Mediensysteme sind häufig nicht nur punktuell, sondern ständig verfügbar und ein großer Teil der Wirklichkeit findet in Form von Interaktionen mit diesen Systemen statt. Zur Unterstützung handelnden Umgangs mit digitalen Mediensystemen gewinnen folglich Fragen nach der Definition von transparenten, attraktiven und kontextsensitiven Interaktionsstrategien und entsprechenden Algorithmen an Bedeutung. Somit wird die Entwicklung und Analyse innovativer und unterschiedlicher Sinne und Sensoren sowie Ein- und Ausgabemöglichkeiten einbeziehender Interaktionsformen für virtuelle und greifbare sowie stationäre, mobile und ubiquitäre Szenarien zum Ziel der Forschung.

Interaktion ist dabei als wechselseitiger, lose gekoppelter Zeichen- (beim Menschen) und Signalprozess (beim Computer) zu verstehen (Andersen und Nake 2007). Die Informatikforschung im Profil *DMI* betrachtet bei der Interaktion auf der einen Seite den Menschen als Individuum, wie er mit dem Computer als Interaktionspartner umgeht, auf der anderen Seite die Interaktion von Menschen untereinander und im gesellschaftlichen Kontext – vermittelt durch den Computer.

Interaktion: Konzepte und Technologien

In den Konzepten bzw. Technologien des Ubiquitous Computing, des *Entertainment Computing* und denen mobiler Systeme zeigen sich einige Beispiele für aktuelle Forschungsthemen im Bereich „Interaktion". Diese basieren häufig auf der Verknüpfung diverser Informationen bezüglich der Interaktion, der digitalen Inhalte, der Benutzerin/des Benutzers sowie ihrer/seiner Umgebung und verzahnen somit Inhalte unterschiedlicher Forschungszweige.

Nach dem in den 1990ern von Mark Weiser (1991) geprägten Konzept des Ubiquitous Computing sollen Computer zukünftig allgegenwärtig, unsichtbar und kontextsensitiv sein und den Menschen unauffällig bei diversen Aktivitäten und Prozessen unterstützen. Dafür beschäftigen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler heute mit den technischen, persönlichen und gesellschaftlichen Möglichkeiten sowie Problematiken der Rechnerallgegenwart und entwickeln unterschiedliche, zum Teil alle Sinne einbeziehende Formen der Interaktion mit Digitalen Medien und Computern, die weit über disziplinäre Grenzen und die klassische Maus oder Tastatur hinausgehen. Diese Interaktionsformen umfassen beispielsweise *Multi-Touch*, *Natürliche Sprache*, *Gesten-Interaktion*, *Full Body Interaction* und *Embodied Interaction*. Interaktive be-greifbare Benutzeroberflächen *(Tangible Interfaces)*, Erweiterte sowie Gemischte Realität, Wearable Computing und RFID-Technologie tragen ebenfalls dazu bei, dass Computer aus dem Zentrum unserer Aufmerksamkeit treten.

Ein weiteres Forschungskonzept ist das Entertainment Computing, das sich mit innovativen Forschungsideen, Methoden, Studien sowie neu entstehenden Interaktionsformen, Technologien und Werkzeugen für den Unterhaltungsaspekt von interaktiven Medien beschäftigt. Entertainment Computing umfasst diverse Bereiche, wie beispielsweise interaktive Installationen und Spiele, speziell Serious Games, die den Unterhaltungswert von Spielen als Mittel nutzen, um weiter gehende Ziele zu erreichen, wie z. B. die Nutzenden dazu zu bewegen, zu trainieren oder einen gegebenen Sachverhalt zu erforschen.

Ein Konzept, das den Handlungsraum von Benutzenden und dabei besonders ihre räumliche sowie virtuelle Mobilität berücksichtigt, ist das der Mobilen Systeme. Dafür werden diverse Technologien und Interaktionsformen mit mobilen Computern erforscht und z. B. mit Fragen der Sicherheit und *Privacy* verknüpft. Die technologieorientierte Forschung bezieht sich hier mit Überschneidungen zum Ubiquitous Computing u. a. auf Multi-Touch, Natürliche Sprache und Gesten-Interaktion, RFID-Technologie sowie Problemstellungen des *Wearable Computing*.

Der Mensch in Interaktion

Zu beachten ist, dass – wie in den Sozialwissenschaften – auch in der Informatik bei der Rede von Interaktion, sei es Mensch-Computer- oder Mensch-Computer-Mensch-Interaktion, immer auch der Mensch eine tragende Rolle spielt. Für den Menschen Bedeutung tragende Informationen müssen in eine für die Maschine verarbeitbare, berechenbare Form gebracht und anschließend wieder „sinnvoll in menschliches Handeln integriert werden" (Schelhowe 2006). Von Interesse ist hier besonders, wie das System in Wechselwirkung mit dem Menschen funktioniert, und die Konzepte basieren stark auf dem Wissen über menschliches Handeln: Z. B. werden Muster bei diversen Aktivitäten, wie bei Gesten und Arbeitsabläufen, und in der Sprache analysiert und in Konzepte und Algorithmen für intuitive technische Systeme übersetzt. Physische, psychische und kontextbezogene Eigenschaften des Menschen, die sich auf seine Handlungsweise und -fähigkeit auswirken, bilden eine wesentliche Grundlage für die Konzeption und Umsetzung von interaktiven technischen Systemen.

Kontext

Kontext bezieht sich im Profil *DMI* nicht wie in anderen Bereichen der Informatik darauf, Prozesse, Bedeutung und die Umwelt automatisch mit formalen Methoden zu erfassen und zu verarbeiten. Auf dieser Ebene geht es vielmehr darum, zum einen diverse Nutzergruppen mit ihren individuellen und sozialen Anforderungen und Wahrnehmungen von vornherein in der Konzeption von Systemen bzw. bei der Formulierung von Forschungsfragen zu berücksichtigen (Nutzerkontext). Dabei geht es um die Einbeziehung von Gender- und Diversity-Aspekten; darum, Vielfalt wertschätzend wahrzunehmen und Darstellungen, Funktionen und Fragestellungen auf alle auszurichten. Für die Entwicklung von inklusiven interaktiven Medien und Forschungskonzepten sind entsprechend Nutzergruppen mit ihren unterschiedlichen körperlichen und geistigen Voraussetzungen, sozialen und individuellen Bedürfnissen sowie Aneignungs- und Nutzungsformen einzubeziehen. Auch diverse mentale Modelle, Kulturen sowie Bildungsgrade, das Geschlecht, soziale Gruppen und mehr können Einfluss auf die Qualität und Anerkennung von Forschung und System haben.

Zum anderen erfordert kontextsensitive Gestaltung ein Verständnis und eine Analyse der Lebenswelt und der Handlungsabläufe der Nutzerinnen und Nutzer, d. h. der Situation, der Umgebung und der Interessen bei der Nutzung von Informationstechnik sowie ihrer Bedeutung für den Nutzenden (Nutzungskontext). Situationen bzw. Rahmenbedingungen, in denen Informationstechnologie Anwendung findet und damit verbundene räumliche, zeitliche und ökonomische Faktoren, stationäre oder mobile Szenarien sowie Abhängigkeiten und Handlungsmöglichkeiten stellen Anforderungen an das System. Auch unterschiedliche Einsatzorte – ob in Bildungsinstitutionen oder dem außerschulischen Bildungsbereich, im Museum oder Justizvollzug, an Büroarbeitsplätzen oder wechselnden Arbeitsstätten – verlangen angepasste Funktionen und Abläufe. Software wird zudem nie interessenfrei gestaltet; ihr Nutzen kann z. B. Forschung oder Profit, aber auch unterschiedliche Anwendungsbereiche, wie in der Unterhaltung, bei organisatorischen bzw. verwaltenden Aufgaben, zur Kommunikation und mehr, umfassen.

Nutzer- und Nutzungskontext: Konzepte und Technologien

Ansätze zur Erfassung, Analyse und Einbeziehung von Teilaspekten des Nutzer- und Nutzungskontexts spiegeln sich beispielsweise in den Konzepten von Usability und *Digital Experience Design* wider.

Bei der Gestaltung von Schnittstellen zwischen Mensch und Computer müssen auch immer Bedingungen geschaffen werden, die zu einer guten Wahrnehmbarkeit des Digitalen Mediums sowie der adäquaten Interaktion mit und Strukturierung von Informationen führen. Mit den technischen sowie sozialen Anforderungen an ein den Aufgaben sowie physischen und kognitiven Eigenschaften bzw. Fähigkeiten von Nutzerinnen und Nutzern angepasstes System und der damit erlebten Nutzungsqualität beschäftigt sich in der Informatik der Bereich „Usability". Dabei spielen u. a. die Informationsarchitektur zum erfolgreichen Finden und Managen von Informationen sowie die Barrierefreiheit, um uneingeschränkte Zugänglichkeit und Nutzbarkeit von Digitalen Medien für Menschen mit Einschränkungen zu ermöglichen, eine wichtige Rolle. Weiterführend zielt Forschung im Bereich „Design für alle" darauf ab, Mediensysteme und Interaktionsformen zu schaffen, die menschliche Vielfalt berücksichtigen und Anwendungen ohne gesonderte Anpassungen für möglichst viele Anwendergruppen nutzbar machen (Stephanidis 2001).

Über die objektive Usability hinaus spielt für die Attraktivität und den Erfolg von digitalen Medienprodukten zunehmend das Benutzungserlebnis eine Rolle, das neben den objektiven auch subjektive Faktoren der Nutzung einbezieht (z. B. Emotion, Kontext, Ästhetik u. v. m.). Somit gehen Forschende auf den Wandel von rein aufgaben- und performanceorientierten Systemen zum Design und zur Erfassung von ganzheitlichen Erfahrungen bzw. Erlebnissen mit einem System ein. Die Berücksichtigung des digitalen Produkts, des Benutzungskontexts, der Benutzenden und ihrer Aktivität im ganzen Entwicklungsprozess fließt im Konzept des Digital Experience Design zusammen, wofür Methoden, Anwendungen und Modelle erforscht und umgesetzt werden.

Mensch und Technik im Kontext

Mit der Entwicklung der Betrachtung des Computers als Medium und seiner zunehmenden Zusammenwirkung mit dem Menschen in verschiedenen Lebensbereichen wird die direkte Auseinandersetzung mit dem Menschen (Nutzerkontext) und seinen Handlungsräumen (Nutzungskontext) in Verbindung mit Digitalen Medien und bei der Interaktion eine bedeutende Aufgabe im Bereich *DMI*. Es geht zum einen um den Einfluss des Menschen auf das technische System, zum anderen aber auch um ganze mediale Wirkungs- und Erfahrungsräume. Es geht wiederum um die direkte Interaktion mit einem technischen System, aber auch die Handlung des Menschen in seiner Umwelt, die auf das System zurückwirkt. Somit erweitert sich die Aufgabe der Informatik, logische Funktionsweisen zu implementieren, um die Anforderung, Nutzerinnen und Nutzer im Kontext zu verstehen und Methoden zu schaffen, entsprechende Faktoren in informatischen Prozessen und Vorgehensweisen (z. B. Abstraktion) erfassen und einbeziehen zu können.

Anwendungsorientierte Forschung

Die grundlegenden Konzepte sowie Technologien, an denen in der Informatik geforscht und entwickelt wird, fließen spätestens auf Anwendungsebene untrennbar zusammen und bilden die Basis für die konkreten Entwicklungsprojekte in diversen Anwendungsgebieten. Diese können sich auf die ganze Lebenswelt erstrecken und werden im Folgenden beispielhaft für den Profilbereich *DMI* aufgeführt.

Entgegen der verbreiteten Ansicht, dass sich die Arbeit mithilfe von Computern primär auf die Interaktion mit dem Gerät Computer und kaum auf die zwischenmenschliche Interaktion bezieht, drehen sich weite Teile der Informatikforschung um die Unterstützung und Förderung von Kooperation und Kommunikation. Der Bereich umfasst die Gestaltung von speziellen Räumen sowie Anwendungen, die das gemeinsame Arbeiten mehrerer Nutzerinnen und Nutzer mit verschiedenen multimedialen Inhalten sowie das Kommunizieren untereinander und in sozialen Gemeinschaften ermöglichen. Beispielsweise in Bezug auf soziale Netzwerke und kooperative *Mixed-Reality-Table-Anwendungen* (Teichert et al. 2010) werden damit verbundene Visionen, Chancen sowie Befürchtungen diskutiert und entsprechende Systeme implementiert und evaluiert.

Diverse Prozesse im Arbeitsalltag können durch adäquate Computeranwendungen unterstützt und erleichtert werden. Arbeitsaktivitäten und Arbeitsrandbedingungen werden analysiert und die Ergebnisse für die Gestaltung von angepassten Computersystemen für die Raumfahrt, für Büroarbeitsplätze oder auch für mobile Anwendungen, beispielsweise zur Dokumentation und Weiterbildung, umgesetzt. Bekleidungsschnittkonstruktionstools zur virtuellen Anprobe und intelligente Arbeitskleidung für unterschiedliche Einsatzbereiche sind weitere arbeitsunterstützende Anwendungen.

Digitale Medien, besonders in Form von interaktiven und greifbaren Anwendungen, bieten neue Möglichkeiten zu lernen und zu lehren, verändern aber auch bisherige Strukturen und bringen im Bereich „Bildung" bzw. „Bildungsforschung" diverse Herausforderungen mit sich. Diesen nehmen sich Forschende auf theoretischer und praktischer Ebene an und forschen beispielsweise in den Bereichen „Medienbildung" und „Medienkompetenz", untersuchen und integrieren Informationstechnik in Bildungsorganisationen und entwickeln unter anderem *E-Learning-Systeme*, Bildungsnetzwerke sowie Systeme zur be-greifbaren Interaktion.

Mit Überschneidungen zum Profil *SQ* werden im Bereich „Sicherheit und Gesundheit" zum Beispiel Anwendungen zur medizinischen Visualisierung, Gesundheitsüberwachung sowie technische Assistenzsysteme für das Wohn- und Arbeitsumfeld konzipiert und entwickelt. Auch Spiele (Serious Games) zur Unterstützung bei der Physiotherapie sowie E-Learning-Systeme im Justizvollzug mit Maßnahmen gegen eine Nutzung zu illegalen Zwecken sind Forschungsgegenstände.

Im Bereich „Orientierung und Navigation" kreieren Forscherinnen und Forscher u. a. Geoinformationssysteme, d. h. Algorithmen sowie Digitale Medien, die geografische Daten erfassen, verarbeiten, abgleichen und darstellen. Diese ermöglichen das Navigieren mit Hilfe von mobilen Geräten, Darstellungen im Internet und mehr.

Ein weiterer großer Anwendungsbereich ist „Organisation und Wissen". Hier geht es speziell bei Bilddatenbanken, bei der Medienverwaltung und beim Dokumentenmanagement um die Entwicklung von digitalen Mediensystemen zur Strukturierung sowie Darstellung von Daten. Mit der Organisation und dem Wissensaustausch zwischen Personen und im betrieblichen Kontext beschäftigt sich die Forschung im Bereich „Informations- und Wissensmanagement". Auch Medien integrierende Infrastrukturprojekte und Betriebskonzepte, Medienentwicklungspläne sowie ein Informationstechnikmanagement und *E-Government-Systeme* werden konzipiert, implementiert und evaluiert.

Partizipation ist ein wichtiges Stichwort in Bezug auf Digitale Medien – ob in der Bildung, im Umgang mit neuen Medien oder bei politischen Prozessen. Aktuelle Projekte im Bereich *E-Democracy* beziehen sich auf die Frage, wie durch das Internet demokratische Teilhabe gestärkt werden kann.

Informatikkonzepte finden auch im Rahmen von Kunst und Kultur Anwendung. Hier werden Zusammenhänge zwischen Kunst und Informatik exploriert und in kreative Anwendungen und Algorithmen umgesetzt. Digitale Leinwände, kreativitätsfördernde Workshops oder algorithmische Darstellungen sind nur einige Beispiele aus diesem Anwendungsbereich. Der Bezug zur Gesellschaft spielt hier häufig eine verstärkte Rolle.

In der Informatik sind Visualisierungen von Musik, Spiele, (Live-) Performances und Choreografien in Verbindung mit Theater und Digitalen Medien einige Anwendungsbeispiele im Bereich „Freizeit bzw. Lebenswelt". Hier bestehen enge Verbindungen zu und Überlappungen mit anderen Anwendungsbereichen, die auf die zunehmende Digitalisierung und das damit verbundene Verschwimmen von Grenzen bei der Anwendung von Informationstechnik zurückzuführen sind.

Herausforderungen

In der Gesamtheit beschäftigt sich das Profil *DMI* folglich mit der Analyse, Konzeption und Implementierung, dem Einsatz und der Aneignung sowie Wahrnehmung und Erfahrung von Medium und Interaktion im ganzheitlichen Kontext. Dies erfordert die Einbeziehung unterschiedlicher Perspektiven,

aber auch Kluften zwischen Nutzergruppen und Nutzungskontexten und macht eine kritische Reflexion von gesellschaftlichen Veränderungen sowie Möglichkeiten und Risiken des Einsatzes von Informationstechnologie unumgehbar. Um aktuellen Entwicklungen Rechnung zu tragen und der Zukunft sowohl verantwortungsvoll als auch innovativ zu begegnen, müssen auch Fragen nach Ethik, Urheberrecht und Wirkung von interaktiven Medien auf Entwicklungsprozesse von Nutzenden und den Nutzungskontext, z. B. auf Lernende, Lernprozesse sowie die Institution Schule oder auf Büroangestellte, Arbeitsabläufe und ihren Arbeitsplatz usw., untersucht und Anforderungen, Herausforderungen und Lösungswege bezüglich Interaktion, Medium und Kontext ermittelt werden.

Zwei besondere Herausforderungen beziehen sich hier auf Interdisziplinarität und Methodik, denn v. a. mit Blick auf den Nutzer- und Nutzungskontext, aber auch bei der Erforschung von Interaktivität und Medium stößt die Informatik mit ausschließlich technischem Wissen und formalen Herangehensweisen an ihre Grenzen.

Interdisziplinarität

Zur adäquaten Gestaltung für vielseitige Nutzende und Handlungsräume mit Mediensystemen müssen Erkenntnisse und Konzepte unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen, die auf Konzepte, Technologien und spezielle Anwendungen rückwirken, hinzugezogen und mit denen der Informatik in Verbindung gebracht werden. Beispielsweise muss Wissen aus der Linguistik berücksichtigt werden, um die automatische Sprachverarbeitung durch ein System zu ermöglichen, oder Erkenntnisse aus der Medizin müssen verwertet werden, um angemessene Bewegungsspiele zur Unterstützung der Physiotherapie von Parkinsonerkrankten zu entwickeln.

Methodik

Auch überwiegend formale informatische Methoden zur Konzeption, Gestaltung, Entwicklung und zum Testen der Lauffähigkeit von Technologie müssen erweitert werden durch disziplinübergreifende Strategien zur Erfassung und Analyse von Faktoren bezüglich des Menschen und seiner Lebenswelt. Methoden im Bereich *DMI*, die bereits einen Schritt in diese Richtung tun, sind beispielsweise die folgenden: Eine grundlegende Methode ist das *Interaction Design*, mit der das Verhalten, die Funktionalität, die Gestaltung und die Interaktionsform für ein System ausgeformt werden. Zusammen mit dem Experience Design wird das Ziel verfolgt, ein ganzheitliches Erleben eines Systems zu schaffen, das über den reinen Nutzen und die Benutzbarkeit hinausgeht. Weitere Methoden sind Usability-Tests, Methoden der Medienwirkungsforschung, soziotechnische Systemgestaltungen sowie die Methode der nutzerorientierten Gestaltung *(User-Centered Design)*. Ergänzend werden Methoden der Visualisierung, Simulation und (partizipativen) Softwareentwicklung verwendet.

Darüber hinaus können (empirische) Methoden der Geisteswissenschaften, wie z. B. der Soziologie, Erziehungswissenschaft und Psychologie (quantitativ und qualitativ), aber auch anderer Natur- und Technikwissenschaften entscheidende Beiträge zur Konzeption von Informationstechnik liefern. Dabei ist es jedoch nicht ausreichend, Methoden und Erkenntnisse aus anderen Disziplinen einfach anzuwenden, sondern Methodologie und Bedeutung müssen für das Feld neu reflektiert und angepasst werden, so dass durch ein Aufeinanderzubewegen der Disziplinen erweiterte Perspektiven ermöglicht und zugelassen werden.

Fazit

Die Informatikforschung im Profil *DMI* bewegt sich in Abgrenzung zu den anderen beiden Profilen *SQ* und *KIKR* vorwiegend an der Schnittstelle zwischen Mensch und Computer, sei es bei der Auseinandersetzung mit dem vermittelnden digitalen Medium, der Interaktion mit dem bzw. durch den Computer oder der Anpassung von Medium und Interaktion an den Nutzer- sowie Nutzungskontext.

Somit finden in der Interaktion und den Digitalen Medien eine technische und eine interdisziplinäre Komponente bzw. Algorithmik und Ästhetik zusammen. Ästhetik wirkt in der sinnlichen Wahrnehmung und Interpretation von Interaktion und Medium, die Logik in ihrer Beweiskraft und Effizienz. Die Herausforderung, vor der Forscherinnen und Forscher sowie Entwicklerinnen und Entwickler stehen, liegt darin, diese Aspekte zu vereinen, bietet jedoch auch vielseitige Ansatzpunkte zur Entwicklung neuer Forschungsfragen unter Einbeziehung von Gender- und Diversity-Aspekten.

An den zuvor aufgeführten Konzepten, Technologien und auch Anwendungsbereichen, die das Profil *DMI* umreißt, wird die Sichtweise auf den Menschen in diesem Forschungsstrang deutlich. Im Bereich „Digitale Medien" wird im Wesentlichen sein Einfluss auf und durch das System betrachtet; bei der Interaktion wird der Blick auf menschliche Handlungsräume in Wechselwirkung mit dem technischen System gerichtet und bei der Berücksichtigung des Nutzer- und Nutzungskontextes gestaltet der Mensch durch seine physischen, kognitiven, sozialen und weiteren Eigenschaften Bezüge zu und Handlungen im Zusammenspiel mit technologischen Entwicklungen. Somit ist der Mensch im Profil *DMI* ganz wesentlich als ‚Akteur' zu betrachten.

LITERATUR

AG Angewandte Informatik. http://eddi.informatik.uni-bremen.de/SuSE/index.php.

AG Digitale Medien. http://dm.tzi.de/.

AG Digitale Medien in der Bildung. http://www.dimeb.de/.

AG Sozioinformatik. http://sin.tzi.de/.

AG Soziotechnische Systemgestaltung & Gender. http://www.informatik.uni-bremen.de/soteg/.

Andersen, Peter B. und Frieder Nake. 2007. *Computers and Signs*: Prolegomena to a Semiotic Foundation of Computing Science. 1. Auflage, S. 1, Heidelberg: Synchron Wissenschaftsverlag der Autoren.

Institut für Informationsmanagement Bremen. http://www.ifib.de/startseite.html.

Lowgren, Jonas. 2008. Interaction Design. In *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. 2nd Edition. Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation. http://www.interaction-design.org/encyclopedia/interaction_design.html.

Mobile Research Center. http://www.mrc-bremen.de/.

Schelhowe, Heidi. 1997. *Das Medium aus der Maschine:* Zur Metamorphose des Computers. Frankfurt: Campus.

Schelhowe, Heidi. 2006. *Informatik. In Gender-Studien:* Eine Einführung, herausgegeben von Christina von Braun und Inge Stephan. Stuttgart: Metzler.

Stephanidis, Constantine. 2001. User Interfaces for All: Concepts, Methods, and Tools. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Technologie-Zentrum Informatik und Informationstechnik. http://www.tzi.de/.

Teichert, Jens, Marc Herrlich, Benjamin Walther-Franks, Lasse Schwarten, Sebastian Feige, Markus Krause und Rainer Malaka. 2010. Advancing Large *Interactive Surfaces for Use in the Real World*. Advances in Human-Computer Interaction Vol. 2010 (1. Juli), doi:10.1155/2010/657937, http://www.hindawi.com/journals/ahci/2010/657937/abs/.

Weinschenk, Susan. 2011. 100 *Dinge, die jeder Designer über Menschen wissen muss*. München: Addison Wesley.

Weiser, Mark. 1991. *The Computer for the 21st Century*. Scientific American 09-91, September: S. 94–104.

Winograd, Terry. 1997. *The Design of Interaction*. In Beyond Calculation, von Peter J. Denning, Robert M. Metcalfe, S. 149–161. New York: Springer. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-0685-9_12. (aufgerufen am 26.10.2013)

3.2 Menschenbilder in der Informatikforschung

Aus den Profilbeschreibungen geht bereits hervor, welche unterschiedlichen Sichtweisen die Forschenden in den Profilen haben. Eine Zusammenfassung sehr unterschiedlicher Themengebiete erfordert allerdings immer einen hohen Grad an Abstraktion. Eine Vorstellung davon zu vermitteln, womit sich aktuelle Forschungsarbeit beschäftigt, ist auf diese Weise nur begrenzt möglich.

Um einen besseren Eindruck zu ermöglichen, wie vielfältig die Themen in der Informatikforschung sind, werden im Folgenden repräsentative Forschungsbereiche in Form von Kurzbeiträgen vorgestellt.

3.2.1 Unterstützung für ein risikobewusstes Verhalten im Internet

Steffen Bartsch, Carina Boos, Dominic Dyck, Birgit Henhapl, Christopher Schwarz, Heike Theuerling, Melanie Volkamer

Die immer weiter reichende Verbreitung des Internets bietet große Chancen für Verbraucherinnen und Verbraucher sowie für Anbieter von Waren und Dienstleistungen. Verbraucherinnen und Verbrauchern stehen ein größeres Angebot und mehr Möglichkeiten zur Verfügung, sich zu informieren und sich mit anderen über die Angebote auszutauschen. Anbieter von Webshops können ihre Waren und Dienstleistungen einer größeren potentiellen Kundschaft anbieten und über neue kostengünstigere Kommunikationsplattformen bewerben. Allgemein werden der Informationsaustausch und die Abwicklung des Geschäftsprozesses für beide Seiten komfortabler, effizienter und dadurch preiswerter.

Allerdings bringt dieser Wandel auch Probleme mit sich, denn es entstehen nicht unerhebliche Risiken im Zusammenhang mit der IT-Sicherheit sowie dem Daten- und Verbraucherschutz. Hierzu zählen für Nutzende etwa das Ausspähen und Abgreifen von personenbezogenen Daten inklusive Zugangsdaten und Kreditkartendaten sowie deren Missbrauch, beispielsweise durch ungesicherte Verbindungen, Phishing-Angriffe, Viren und Trojaner. Indirekt sind Nutzende auch von Angriffen auf die IT der Anbieter betroffen, bei denen die dort hinterlegten Zugangs- und Kreditkartendaten der Kundschaft ausgespäht werden.

Aus Sicht des Verbraucherschutzes besteht für die Nutzenden von Webshops das Risiko beispielsweise in der Unkenntnis der Ware. Zwar soll dies durch das Widerrufsrecht ausgeglichen werden. Durch intransparente Vertragsbedingungen können den Nutzenden jedoch etwa die Kosten des Rückversands auferlegt werden, ohne dass sie dies bemerken. Durch eine intransparente Gestaltung der Webseite können die Nutzenden die Kostenpflichtigkeit eines Dienstes auch gänzlich übersehen.

Nutzende stehen vor dem Problem, dass sie diese Risiken nur auf sehr verschiedenen und wenig intuitiven Wegen erkennen können. So können sie eine sichere Verbindung nur anhand eines entsprechenden Symbols im Webbrowser erkennen. Für Rücksendekosten müssen Nutzende dagegen etwa die für die Webseiten geltenden AGB auswerten. Für jedes Risiko ist ein spezifischer Lernprozess notwendig, damit die Risiken bei Entscheidungen über die Nutzung eines Dienstes einbezogen werden können. Ziel ist es daher, diese Bewertung der Risiken in der jeweiligen Situation zu unterstützen, um den Lernaufwand zu verringern. Darüber hinaus sollen die Inhalte und die Gestaltung von Warnungen entsprechend der jeweiligen Situation an die einzelnen Nutzenden angepasst werden.

Diese Fragen werden in dem Projekt „Benutzerunterstützung zur Bewertung der Vertrauenswürdigkeit von Webseiten und Webshops (Internet Usage Support – InUse)“[1] aufgegriffen. In ihm wird ein Werkzeug entwickelt, das den Nutzenden im richtigen Moment verständliche Hinweise dazu gibt, ob und welche (unangemessenen) Risiken bestehen. Aufgrund der Vielfalt der Risiken bezieht das Projekt eine Reihe von Disziplinen ein, für die im Folgenden exemplarische Herausforderungen und Lösungsansätze vorgestellt werden.

Psychologische Sicht: Individuelle Nutzende erreichen

In der Literatur finden sich vielfältige Hinweise auf Probleme von Nutzenden im Umgang mit Warnungen. U. a. besteht die Schwierigkeit darin, das technische Risiko verständlich zu kommunizieren und die Gewohnheit, Warnungen einfach ‚wegzuklicken‘, zu durchbrechen. Um das Verhalten der Nutzenden so zu beeinflussen, dass es ihren Vorstellungen vom akzeptablen Risiko entspricht, wird im Projekt „InUse“ ein persönliches Risikoprofil in die Entscheidung darüber, ob und wie gewarnt wird, einbezogen. Anhand weniger Fragen wird dieses Profil erstellt und die Nutzerin bzw. der Nutzer einer Risikogruppe zugeordnet. Auf der Basis dieser Zuordnung wird das Verhalten in der jeweiligen Situation vorhergesagt und mit einer subjektiven Risikobeurteilung abgeglichen. Außerdem wird daraus abgeleitet, welche Informationen für individuelle Nutzende in einer Warnung am hilfreichsten sind, so dass ihnen genau diese im nächsten Schritt zur Verfügung gestellt werden können.

1 Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Rechtliche Sicht: Rechtliche Anforderungen automatisch prüfen

Verbraucher- oder datenschutzrechtliche Risiken, wie die Verwendung intransparenter Vertragsbedingungen, werden ebenfalls in die Hinweise an Nutzende aufgenommen. Eine Herausforderung besteht darin, die relevanten Informationen auf den Webseiten der Anbieter automatisch auszuwerten. Neben der Natürlichsprachlichkeit stellen insbesondere die typischerweise notwendigen Entscheidungen im Einzelfall ein Problem dar. Im Projekt werden die rechtlichen Vorgaben – soweit möglich – in technische Prüfungen übersetzt, so dass beispielsweise gebräuchliche Vertragsklauseln identifiziert oder die Kennzeichnung von Schaltflächen zum zahlungspflichtigen Bestellen überprüft werden können.

Technische Sicht: Das „objektive" Risiko ermitteln

Nicht nur aus rechtlicher, sondern auch aus technischer Sicht lassen sich viele Risiken und Konsequenzen für Nutzende identifizieren, etwa wenn das Abhören eines Passwortes zu einem Identitätsdiebstahl führt und daraus finanzielle Schäden entstehen. Die Risiken müssen mit den verfügbaren technischen Informationen in Bezug gesetzt werden, um präzise Risikoabschätzungen für die jeweilige Situation zu erhalten. Hierfür wird Expertenwissen in die Bewertung einbezogen. Dann wird das ‚objektive' Risiko aus der technischen Situation für einzelne Nutzende subjektiviert.

Wirtschaftliche Sicht: Anbieter einbeziehen

Viele Risiken bei der Nutzung des Internets entstehen aufgrund des Verhaltens der Anbieter von Webshops, wie beispielsweise in Form einer unsicheren Konfiguration der Dienste oder einer nicht datenschutzkonformen Verwendung von personenbezogenen Daten. Für viele dieser Aspekte ist eine externe Prüfung nicht möglich. Deshalb bezieht das Projekt „InUse" Anbieter mit ein und möchte diesen ermöglichen, darzustellen, dass ihr Dienst für die Nutzenden sicher ist. Hier besteht die größte Herausforderung darin, den Aufwand für Anbieter bei einer Teilnahme gering zu halten, insbesondere um auch kleinere Webshops einbeziehen zu können. Der Ansatz im Projekt besteht in der Vergabe eines Siegels, welches im Gegensatz zu diversen bereits bestehenden Siegeln die Bewertung der IT-Sicherheit, des Datenschutzes und des Verbraucherschutzes vereint und in die Bewertung der Situation durch das oben vorgestellte Bewertungswerkzeug eingeht.

Ausblick

Letztlich dient das Projekt „InUse" auch dazu, auszuloten, inwieweit eine Individualisierung und eine Präzisierung von Entscheidungsunterstützungen von Vorteil ist. So bringen detaillierte Warnungstexte die Gefahr mit sich, dass sie unpräziser sind als vage oder technische Warnungstexte. Erste Experimente haben gezeigt, dass Nutzende hier sehr empfindlich sind. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob die Anpassung der Warnstrategie (z. B. durch die Verwendung entweder einer aktiven Warnung oder eines passiven Symbols) und des Warnungsinhaltes an die Anforderungen der jeweiligen Nutzenden tatsächlich zu einem sicheren Umgang mit Risiken im Internet führt. In diesem Falle wäre eine einmalige Angabe persönlicher Daten, die zur Erstellung des persönlichen Risikoprofils dienen, gerechtfertigt.

3.2.2 Menschen in der Softwaretechnik

Rainer Koschke

Software wird von Menschen für Menschen entwickelt. Die Softwaretechnik (engl.: software engineering) ist die Wissenschaft, die sich mit der Entwicklung von Software auseinandersetzt. Sie geht der Frage nach, wie man adäquate Software effizient und effektiv entwickelt. Inspiriert von den traditionellen Ingenieursdisziplinen, steht hierbei ein systematisches Vorgehen im Vordergrund. Die Softwaretechnik fand ihren Ausgangspunkt in der Schere, die sich beim rasanten Fortschritt in der Entwicklung von Hardware einerseits und dem stark hinterherhinkenden Fortschritt in der Entwicklung von Software auftat. Softwareprojekte wurden notorisch teurer und dauerten länger als geplant, lieferten unbefriedigende Resultate und mussten nicht selten ganz abgebrochen werden. Der Vergleich von Software mit einer Banane, die beim Kunden nachreift, ist sprichwörtlich geworden.

Viele dieser Probleme rühren daher, dass Softwareentwicklung eher als Bastelei denn als systematische Ingenieurwissenschaft betrieben wurde. So starten Softwareprojekte häufig mit unklaren Anforderungen oder unrealistischen Erwartungen und beziehen spätere Benutzerinnen und Benutzer nicht richtig ein, was dazu führt, dass die Software an den wirklichen Bedürfnissen der späteren Anwenderinnen und Anwender vorbeientwickelt wird. Technische Probleme sind meist nicht die wirklichen Herausforderungen.

Neuere Vorgehensweisen versuchen deshalb, den Menschen mehr in den Vordergrund zu rücken. Agile Methoden halten kontinuierlich Kontakt zu den Anwenderinnen und Anwendern. Diese sind dabei Teil des Projektes und wirken in regelmäßigen Abständen und kontinuierlich über die gesamte Projektlaufzeit mit, indem sie Zwischenergebnisse evaluieren. Während früher die Anwenderinnen und Anwender meist mit dem Anspruch überfordert wurden, alle Anforderungen detailliert zu Beginn des Projektes zu diktieren, so dass die Entwicklerinnern und Entwickler sie erst wieder bei der Abgabe des fertigen und dann meist unpassenden Produkts wiedersahen, partizipieren Anwenderinnen und Anwender heute viel stärker am Gesamtprozess der Softwareentwicklung. Sie geben Feedback zu ersten Prototypen, die Softwareentwicklerinnen und Softwareentwickler für sie bauen, um eine bessere Vorstellung des späteren Produkts zu vermitteln, oder sie wirken an solchen Prototypen möglicherweise gar selbst mit. Und während der Entwicklung nehmen sie Einfluss, indem sie Feedback zu Zwischenversionen geben und neue Anforderungen nennen bzw. ihre existierenden Anforderungen schrittweise präzisieren. Anwenderinnen und Anwender werden nicht mehr nur als anonymer ‚Benutzer' aufgefasst. Entwicklerinnen und Entwickler bemühen sich um ein differenziertes und konkretes Bild ihrer Ziele, Bedürfnisse und Fähigkeiten. Das sogenannte Requirements Engineering (die systematische Anforderungsanalyse) hat sich als eigenständige Teildisziplin der Softwaretechnik herausgebildet, um den Bedürfnissen der Anwenderinnen und Anwender besser gerecht zu werden. Hier werden Methoden entwickelt, mit denen es noch besser gelingen soll, die wirklichen Bedürfnisse zu erkennen. Dieses Teilgebiet reicht weit in die empirische Forschung der Psychologie und Soziologie hinein. So werden zum Beispiel Prinzipien der Ethnografie im Requirements Engineering aufgegriffen.

Software wird von Menschen für Menschen gemacht. Menschen treten hier also nicht nur auf als jemand, für dessen Bedürfnisse Software entwickelt wird. Es sind auch Menschen, die diese Software entwickeln. Als Teilgebiet der Informatik, die sich im Allgemeinen mit der Automatisierung von Problemlösungen mittels Computern beschäftigt, strebt zwar auch die Softwaretechnik danach, wiederkehrende Aufgaben bei der Softwareentwicklung weitmöglichst zu automatisieren. Softwareentwicklung ist aber primär Handarbeit – oder besser: Kopfarbeit. Softwaretechnik beschäftigt sich deshalb auch mit den Menschen, die Software entwickeln. Sie sollen darin unterstützt werden, bessere Arbeit leisten zu können. Hierfür ist auch eine Form des Requirements Engineerings notwendig, jedoch mit dem Fokus auf den Menschen als Softwareentwickler. Software ist inhärent komplex und ihre Entwicklung stellt höchste Ansprüche an die kognitive Leistungsfähigkeit. Darüber hinaus wird Software in der Regel von mehreren Entwicklerinnen und Entwicklern gemeinschaftlich entwickelt. Sozialen Prozessen und dem Teilen und Management von Wissen kommt eine große Bedeutung zu. Die Wissenschaft der Softwaretechnik wendet sich deshalb jüngst aus gutem Grund auch dem Menschen in dessen Rolle als Entwicklerin oder Entwickler zu. Softwaretechnik hat den Menschen im Fokus – als Anwenderin oder Anwender genauso wie als Entwicklerin oder Entwickler.

3.2.3 Learning Analytics

Ulrik Schroeder

Jana hat Informatik studiert und entwickelt mobile Webanwendungen für soziale Netzwerke. Für ihre Projekte muss sie sich regelmäßig in aktuellen Webtechnologien weiterbilden. Daher hat sie sich in einen offenen Online-Kurs *(MOOC)* einer amerikanischen Eliteuniversität eingeschrieben. Beim Bearbeiten der Übungsaufgaben und insbesondere beim Versuch, die neuen Technologien in ihrem Projekt anzuwenden, bleiben aber immer wieder Fragen offen. Wie schön wäre es, wenn ihre persönliche Lernplattform *(PLE)* ihr Empfehlungen geben würde, welche weiteren Lernmaterialien für sie am besten geeignet sind, um ihre Fragen gezielt zu beantworten und den Transfer in ihr Projekt zu erleichtern. Gibt es andere Teilnehmer des MOOC, die ähnliche Fragen für sich bereits geklärt haben und ihr weiterhelfen könnten? Wie sind andere beim Lernen des Themas vorgegangen? Gibt es ein für sie am besten geeignetes Lernvorgehen?

Frau Prof. Schmidt nutzt an ihrer Universität die neuesten Komponenten der Lernplattform. Sie investiert viel Zeit in die Aufbereitung der Vorlesungsthemen in Form kurzer Videosequenzen, kleiner Selbsttests und eines Wikis zur Erklärung der theoretischen Hintergründe und zur Diskussion der Themen einschließlich Verweisen auf im Internet verfügbare Lernmaterialien. Daher möchte sie wissen, ob, wie und welche Formen der verschiedenen Lernangebote von ihren Studierenden genutzt werden. Gibt es Medienformate, mit denen ihre Studierenden besonders erfolgreich lernen, oder andere, die eher unverständlich sind? Wie unterscheidet sich dies für verschiedene Lernertypen? Gibt es an ihrer Universität andere Lehrveranstaltungen, die ähnliche didaktische Konzepte realisieren, und mit welchem

Erfolg? Wie verhalten sich dort die Studierenden? Auch die Fachgruppe Informatik macht sich Gedanken über die Ausgestaltung des Curriculums. Wie erfolgreich sind die Studierenden, mit welchen Lernangeboten, in welcher Reihenfolge? Können Problemfälle rechtzeitig erkannt werden und den Studierenden individuell geeignete Hilfestellungen angeboten werden?

Lernforscher und -forscherinnen versuchen zu verstehen, wie Lernen funktioniert. Dafür beschreiben sie theoretische Modelle, die lernförderliche Faktoren spezifizieren. Darauf bauen Entwicklerinnen und Entwickler von Lerntechnologien auf. Sie entwickeln (webbasierte) Lernplattformen, die verschiedene Arten von Lernen unterstützen, auf verschiedene Lernertypen flexibel reagieren und möglichst personalisierte, individuell optimierte Lernangebote machen können. Dabei ist z. B. der aktuelle Lernkontext zu berücksichtigen. Lernt jemand mit einem mobilen Gerät, eventuell während einer kurzen Wartezeit oder einer Busfahrt? Dann sind kurze Fragen und Antworten als Wiederholungen sinnvoll, um gezielt die bislang bestehenden Wissenslücken zu schließen. Erfolgt das Lernen integriert in eine aktuelle Tätigkeit (z. B. am Arbeitsplatz oder unterwegs in einem Projekt), dann muss das Lernangebot konkret auf den aktuellen Wissensbedarf zugeschnitten werden oder es muss ggf. ein geeigneter Experte bzw. eine geeignete Expertin hinzugezogen werden. Erfolgt das Lernen als Nachbereitung einer Vorlesung oder Schulstunde (Hausaufgabe) sind eventuell ergänzende Hintergründe zum Vorlesungsmitschnitt oder Hinweise zum Bearbeiten von Übungsaufgaben hilfreich. Für all diese Fälle soll ein personalisiertes Lernsystem die bestmöglichen Empfehlungen geben oder Lehrenden helfen, die bestmögliche Betreuung anzubieten. Die genannten Szenarien motivieren den Forschungsbereich der Informatik, der mit dem Begriff *Learning Analytics* bezeichnet wird.

Die Forschungsherausforderungen bei der Entwicklung von Learning-Analytics-Lösungen umfassen die Sammlung, Analyse und Verwaltung geeigneter Daten, die Unterstützung der Entwicklung aussagekräftiger Indikatoren und Metriken sowie das Profiling von Lernern und Lernsituationen. Dabei sind flexible Werkzeuge für die Integration der Funktionen in diverse Lernumgebungs-architekturen zu entwickeln und deren Nutzbarkeit für eine Lernreflexion zu untersuchen. Im Mittelpunkt von Learning Analytics stehen Lernende, die einerseits beobachtet und von deren Verhalten Profile abgeleitet werden; auf der anderen Seite profitieren sie selbst direkt oder über ihre Betreuenden von geeigneten, aufbereiteten Rückmeldungen zum Lernverhalten. Insgesamt müssen die Bedarfe und Befürchtungen aller Beteiligten berücksichtigt werden und Datenschutzfragen bei der Profilerfassung von Lernenden geklärt werden.

Ermöglicht wird die interdisziplinäre Forschung dadurch, dass Lernen zunehmend unter Zuhilfenahme des Internets, von Smartphones und von personalisierten Lernumgebungen und im Rahmen von sehr großen, öffentlichen Online-Kursen erfolgt. Dadurch entstehen Nutzungs- und Aktivitätsdaten, die ausgewählt, gesammelt, aggregiert und analysiert werden können. Es kann sich um Tweets, Einträge in Facebook, die Vernetzung mit anderen Personen, den expliziten Zugriff auf Videos oder Dokumente oder eigene Lernartefakte (Dokumente, Tests) handeln, die zum Lernen herangezogen werden. Zusätzlich können Sensoren mobiler Geräte (Ort, Bewegung) und weitere Daten (Zeitpunkt der Nutzung, Planungsdaten im Kalender, Stundenpläne) den Lernkontext konkretisieren. Intelligente Algorithmen können auf der Basis formalisierter Lerner- und Lernkontextmodelle dann entsprechende Empfehlungen errechnen und lernunterstützende Funktionen individuell anpassen. Außerdem können sie Lernverhaltens- und Leistungsstatistiken visualisieren und interaktiv erforschbar präsentieren und damit zur Reflexion über Lernverhalten anregen. Damit ermöglichen sie Lehrenden und Lernenden, fundierte Entscheidungen zur Optimierung des Lernprozesses zu treffen und auf individuelle Vorgehensweisen zuzuschneiden.

3.2.4 Informatik zwischen Computern und Realität

Christian Freksa

Heutige Multimedia-Systeme lassen uns bisweilen vergessen, dass es eine Welt aus Erde, Wasser, Luft und Feuer gibt, die wir in nahezu perfekt erscheinender Nachbildung durch unsere Computer erleben. Perfekte Nachbildung? Weit gefehlt! Eine große Stärke der Informatik besteht darin, die enorme Vielfalt unserer Welt, für deren Wahrnehmung und Empfindung Menschen, Tiere und Pflanzen ein großes Arsenal an Sensoren einsetzen, mit Hilfe naturwissenschaftlicher und technologischer Erkenntnisse systematisch zu beschreiben, auf *Informationen über* die Welt zu reduzieren und diese Informationen mit einheitlichen Mitteln zu verarbeiten.

Mit Computern werden Eigenschaften unserer physischen Welt, die nur mit passenden Sensoren erkannt werden können, beschrieben und damit explizit gemacht. Die Welt wird auf diese Weise entmystifiziert, (Informations-) Muster im Aufbau der Welt werden erkennbar und chemische, physische, mathematische, soziale, psychische oder andere Zusammenhänge werden über Prinzipien der Informationsverarbeitung identifiziert. So lernen wir nicht nur sehr viel über die Welt, wir werden auch direkt auf Lücken in unserem Wissen aufmerksam und bekommen möglicherweise Hinweise, wie diese Lücken geschlossen werden können.

Auf der Basis unseres Wissens über die Welt werden wir aber auch in die Lage versetzt, die Welt und ihre Eigenschaften teilweise nachzubilden. Bisher setzen wir hierzu nur wenige Sinnesmodalitäten ein, nämlich fast ausschließlich das Sehen und Hören. Damit wir dennoch den Eindruck einer realistischen Welt bekommen, verwenden wir analytisches Wissen, das es uns ermöglicht, die Vielfalt der Welt auf wenige Dimensionen zu reduzieren:

Die Nachbildungen der Realität spiegeln uns Menschen oft eine größere Vielfalt stimulierender Eigenschaften vor, als durch die Multimedia-Systeme tatsächlich dargeboten wird. Dies funktioniert deshalb, weil unsere natürliche Kognition auf das reichhaltige Sinnesangebot unserer natürlichen Umwelt gut abgestimmt ist. Sowohl entwicklungsgeschichtlich bedingt als auch als lernende Wesen im Umgang mit der realen Welt bringen wir Menschen unwillkürlich komplexe Zusammenhänge zwischen den vielfältigen Modalitäten in der Welt miteinander in Verbindung.

Es gibt verschiedene Richtungen, in denen wir als Informatikerinnen und Informatiker den Realismus von Nachbildungen der Welt perfektionieren können: (1) durch Anreicherung von Wissen und eine zunehmende Detaillierung der Beschreibung dieses Wissens oder (2) durch zunehmende Verbindung des Informationsverarbeiters Computer mit den vielseitigen Elementen und Aspekten der realen Welt. In anderen Worten: Wir können verstärkt daran arbeiten, die Welt in den Computer zu bekommen, indem wir Wissen über die Zusammenhänge in der Welt als Information verarbeiten, oder wir können die Informationsverarbeitung in der Welt verstärken, indem wir Computer mit den vielfältigen Modalitäten in unserer Welt verbinden, um wieder einen direkteren Zugang zur Realität zu bekommen.

Den Unterschied der beiden Zielrichtungen möchte ich an dem gesellschaftlich aktuellen Beispiel des Umgangs mit dem Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom (ADHS) veranschaulichen: Es wurde festgestellt, dass Kinder, die einen großen Teil ihrer Zeit im Umgang mit modernen Medien verbringen, stärker zu ADHS neigen als Kinder, die viel Zeit in der Natur verbringen. Ein Vorschlag zum Umgang mit diesem Problem lautete, man solle Computerspiele stärker mit Inhalten aus der Natur ausstatten. Ein alternativer Ansatz könnte sein, Kinder und ihre Computer in stärkerem Maße mit der wirklichen Natur in Verbindung zu bringen: eine echte Herausforderung für die Informatik!

3.2.5 Innovation von den Rändern her[1]

Phoebe Sengers

Bisher hat die Computerwissenschaft ihre eigentliche Aufgabe in der Konzentration auf die reine Computermathematik gesehen. Unsere Gruppe kombiniert jedoch Technologiedesign mit kritischer und kultureller Analyse. Wir übertragen Werte, Praktiken und Erfahrungen aus Grenzbereichen des Technologiedesigns, um das zu betonen, was in der Mainstream-Technologie fehlt, und um auf diese Weise auf Alternativen hinzuweisen.

Diese Arbeit basiert auf der Idee der kritisch-technischen Praxis (engl.: critical technical practice), die von Philip Agre, einem Forscher auf dem Gebiet der KI, in den 1980er-Jahren entwickelt wurde. In dieser Zeit war es in der amerikanischen Forschung zu einem Stillstand in der Robotertechnik gekommen, als deutlich wurde, dass Methoden, die für Computer entwickelt wurden, um sich durch komplexe Probleme zu denken, in Bereichen der realen Welt nicht anwendbar waren. Ein Beispiel ist „Shakey“, ein Roboter der ersten Stunde, der Stunden brauchte, um seinen Weg durch einen Raum zu erfühlen und zu ‚erdenken‘. Zusammen mit David Chapman begann Agre damit, bei der Modellierung menschlicher Aktivität nicht vorrangig die Abläufe komplexer Gedankengänge, sondern die Abläufe von Alltagsroutinen in Betracht zu ziehen. Agre und Chapman starteten eine radikal neue Entwicklung der KI und konzentrierten sich auf intelligentes Verhalten statt auf das Denken. Diese Idee hat dazu geführt, dass Roboter nicht im herkömmlichen Sinn logisch denken, nichtsdestotrotz aber aufstehen, umhergehen und schnell und überzeugend reagieren können.

1 Diese Arbeit wurde größtenteils gesponsert von Intel Science & Technology Center for Social Computing und von NSF Grant IIS-12177685

In Anbetracht seiner geleisteten Arbeit argumentierte Agre, dass wie bei den Robotern der frühen 1980er-Jahre technische Arbeit häufig in konzeptionellen Sackgassen gefangen ist. Diese Sackgassen werden verursacht durch die limitierte Art und Weise, wie wir Forscherinnen und Forscher technische Probleme definieren. Die Ursachen für diese Sackgassen sind oft unsichtbar, denn wir realisieren nicht, dass es alternative Problemformulierungen gibt. Agre argumentiert, dass wir die Sackgassen überwinden und echte Innovation erreichen können, wenn wir die unbeachteten konzeptionellen Voraussetzungen hinter der technischen Arbeit ändern.

Meine Gruppe arbeitet die Konsequenzen dieser Ideen in vielen Bereichen auf, wie beispielsweise bei interaktiven, animierten Agenten, Smart Home Technology und emotionalem Computing. In allen Fällen ermitteln wir mit konzeptionellen Fragen, wie Probleme normalerweise dargestellt werden, und entwickeln auf dieser Grundlage alternative Ansätze. Wir haben beispielsweise argumentiert, dass anstelle der Konzentration auf Computer, die menschliche Emotionen wahrnehmen, die emotionale Computerwissenschaft den Benutzenden helfen kann, ihre Emotionen selbst besser zu verstehen. Wir haben deshalb ein interaktives System namens „Freaky" entwickelt, das auf die Herztöne von Benutzenden reagiert und ihnen hilft, über Situationen, die bei ihnen Angst hervorrufen, zu reflektieren.

Derzeit forschen wir in den Sozialwissenschaften nach Möglichkeiten für technische Designs. Wir betreiben Feldforschung und interviewen soziale Gruppen außerhalb des Technologiedesign-Mainstreams. Diskrepanzen zwischen dem, was wir als Designer denken, und der Lebenswelt und den Praktiken unserer Benutzenden werden hierbei offensichtlich. Diese Diskrepanzen setzen wir um in Möglichkeiten, die Zwecke der Technologie zu ändern und dabei neue Perspektiven für das Design zu schaffen.

Beispielsweise tendieren wir beim Technologiedesign dazu, uns auf das zu konzentrieren, was modern und aktuell ist: Vor einigen Jahren habe ich den Entschluss gefasst, sechs Monate in einem traditionellen Fischerdorf vor der Küste Neufundlands zu leben, um zu anderen Sichtweisen zu gelangen und zu hinterfragen, was IT jenseits der modernen Konsumgesellschaft sein könnte.

Bei dieser Studie habe ich festgestellt, dass die herkömmliche Architektur Neufundlands auf Kurzfristigkeit auslegt ist. Häuser und Schuppen werden auf Stützen errichtet, verschoben oder auseinandergenommen und je nach den sich ändernden Bedürfnissen neugebaut. Mit traditionellen Techniken errichtete Häuser stehen ca. zehn Jahre lang, bevor sie beginnen, sich in der Landschaft zu zersetzen; wenn sie weiterhin gebraucht werden, müssen sie erneuert werden. In einer rauen Landschaft mit knappen Ressourcen und einem harten Überlebenskampf ist das Festhalten an der Vergangenheit

aus Nostalgie keine Option; in der Architektur Neufundlands hat man dies akzeptiert und die Anpassung an heutige Bedingungen gefördert.

Was bedeuten solche Einsichten für die Technik? Als Designerinnen und Designer sowie Benutzende von Informationstechnik träumen wir oft davon, dass unsere Daten ohne Pflege ewig erhalten bleiben. Wir sind uns natürlich dessen bewusst, dass Daten durch inkompatible Formate, Hardwarefehler, Tücken und Benutzerfehler ständig verloren gehen. Dies wird zu Recht als ein Problem gesehen, dem durch gutes Design entgegengewirkt werden kann. Die traditionelle neufundländische Architektur schlägt jedoch eine andere Möglichkeit vor: Verfall und Verlust bei dieser Architektur haben eine positive Funktion, da die Aufmerksamkeit damit auf das gelenkt wird, was jetzt relevant ist, und uns in die Lage versetzt, die Dinge aus der Vergangenheit loszulassen, die wir nicht mehr brauchen. Diese Sensibilität können wir in das Design einarbeiten. Stellen Sie sich z. B. eine Festplatte vor, auf der Dateien standardmäßig ablaufen, nachdem sie drei Jahre lang nicht gelesen wurden. Es lohnt sich nur für wichtige Dateien, sie per Hand auf ‚permanent' einzustellen. In einem Ordner werden Dateien langsam ‚ausgegraut', bis sie ganz ablaufen. Stellen Sie sich vor, Sie öffnen einen alten Ordner und finden nur wichtige Dateien – ohne sich durch Überflüssiges suchen zu müssen.

Unsere Arbeit hat eine technische Komponente, doch sie bezieht auch die kulturelle und kritische Analyse ein. Durch dieses Vorgehen erkennen wir den Wert der Computerwissenschaft, die die Black Box der Technologie mit menschlichen Praktiken und Werten verbindet. Während die Computerwissenschaft von jeher entweder den Menschen und den Algorithmus als konzeptionell unterschiedlich oder den Menschen als technologisch modellierbar gesehen hat, kehren wir die Richtung des Engagements um und nutzen die menschlichen Anliegen, um zu überdenken, was Technologie erschaffen kann, um dieser Vorstellung zu entsprechen.

3.2.6 Sicherheitskritische Mensch-Computer-Systeme und Automation

Michael Herczeg

In unserer hochtechnisierten Welt zeigen sich Computersysteme in ihrer Mehrzahl inzwischen nicht mehr nur in Form von PCs, Notebooks oder Smartphones, sondern vielfach weitgehend unsichtbar in Geräten, Räumen, Fahrzeugen oder industriellen Anlagen. Solche Computersysteme beobachten und regeln dynamische Vorgänge oder „Prozesse“, wie wir sagen. Entsprechend nennen wir solche Computersysteme „Eingebettete Systeme“ und ihre Benutzungsschnittstellen zur Überwachung und Steuerung auch „Prozessführungssysteme“. Beispiele für den Einsatz solcher Systeme sind medizintechnische Geräte – wie Herzschrittmacher oder Hörgeräte –, Heizungs- und Klimasteuerungen, Autos und Flugzeuge oder auch großtechnische Anlagen – wie Lebensmittelfabriken oder Kraftwerke. Anders als bei den alltäglichen Computeranwendungen, wie zur Textverarbeitung, für die Buchhaltung, in Form von Computerspielen oder Phone-Apps, sind mit der Nutzung von Prozessführungssystemen und den dazugehörigen eingebetteten Systemen größere Risiken verbunden, die sich direkt und unter Umständen auch dramatisch auf Mensch und Umwelt auswirken können. Wir sprechen deshalb auch von „Sicherheitskritischen Systemen“, von deren zuverlässigem Funktionieren wir in hohem Maße abhängig geworden sind.

Sicherheitskritische Systeme funktionieren in den meisten Fällen nicht ohne menschliches Zutun. Wären solche Systeme nicht in hohem Maße verlässlich und sicher bedienbar, wären wir inzwischen gar nicht mehr in der Lage, in unserer komplexen technisierten Welt zu überleben. Menschliche Operateure überwachen und steuern mit diesen Systemen die dynamischen Prozesse, wie z. B. beim Fahren eines Autos oder beim Betreiben eines Kraftwerks. So gibt der menschliche Autofahrer über Lenkrad, Bremse oder Schaltung Informationen an die Fahrzeugsteuerung, die diese über diverse Computersysteme wieder in geeignete Signale an weitere technische Systeme, wie die Lenkung, die Bremsen, den Motor und das Getriebe weitergibt. Der Operateur in einem Kraftwerk steuert mit Hilfe einer raumfüllenden Kraftwerksleitwarte hochenergetische Prozesse zur Generierung von elektrischem Strom, der dann in Netzleitwarten zu den Verbrauchern geleitet wird. Das zeitgerechte und sichere Einwirken von Menschen auf diese Prozesse und umgekehrt die Darstellung der aktuellen Prozessparameter über diese computergestützten Prozessführungssysteme – verbunden mit hochkomplexen Automatisierungskomponenten – gehören zu den größten technischen Herausforderungen unserer Zeit. Wie aber lässt sich dieses offenbar komplexe Zusammenspiel von Mensch, Computer, Prozesstechnik und Anwendungswelt so gestalten, dass es in einer Weise zuverlässig und dauerhaft funktioniert, dass wir es als Konsumenten und Nutzende beispielsweise eines Autos mit Dutzenden von computergesteuerten Assistenzsystemen oft gar nicht mehr direkt wahrnehmen?

Im Bereich der Sicherheitskritischen Mensch-Maschine-Systeme muss die Softwareentwicklung heute Wege gehen, die nicht mehr einfach nur als das Entwickeln eines Stücks Software oder Hardware angesehen werden können. Das Zusammenspiel von Technik, Mensch, Team und Umgebung, aber auch die Anforderungen an die Betriebssicherheit nach industriellen Standards oder gesetzlichen Vorgaben erfordert das Zusammenwirken von Fachleuten aus vielen Fachgebieten. In der Informatik, in der komplexe Informations- und Kommunikationstechnologien für unterschiedlichste Zielgruppen entwickelt werden, muss hierzu mit Fachleuten aus der Psychologie, der Arbeits- und Ingenieurwissenschaften, dem Design-Bereich, der Soziologie und dem juristischen Bereich enger denn je zusammengearbeitet werden. Wenn das Zusammenspiel von Mensch und Maschine funktionieren soll, müssen sich Informatiker und Informatikerinnen so weit mit Psychologie und Arbeitswissenschaften beschäftigen, dass sie problemlos mit Fachleuten aus diesen Bereichen in einem gemeinsamen Projekt zusammenarbeiten können. Dies setzt eine substanzielle Auseinandersetzung mit der menschlichen Wahrnehmungs-, Denk- und Handlungsfähigkeit voraus, wie sie von der Psychologie untersucht und modelliert wird. Informatikerinnen und Informatiker werden so zu kompetenten Gesprächspartnern, aufgrund ihrer wichtigen zentralen Funktion zunehmend auch zu Projektleitenden in solchen Projekten. Muss ein System gestaltet werden, wie z. B. ein Fahrzeugcockpit, werden Industriedesigner zu Rate gezogen, um das Zusammenspiel von Funktion und Form für das zu entwickelnde System in geeigneten Varianten auszuloten. Aus Hardware- und Softwareentwicklung wird plötzlich Interaktionsdesign (Buurman

2001; Herczeg 2006). Mit Arbeitswissenschaftlern werden Arbeitsabläufe, Belastungen und Beanspruchungen modelliert und evaluiert, um die späteren Nutzenden weder zu unterfordern noch zu überfordern. Aus Technikgestaltung wird durch Ergonomie, insbesondere heute Software-Ergonomie (Herczeg 2009), viel mehr, nämlich Arbeitsgestaltung. Was passiert eigentlich, wenn ein medizintechnisches System nicht richtig arbeitet und ein Patient in Gefahr gerät? Wer solche Systeme entwickelt, baut nicht nur ein Stück Technik oder eine Automatik, sondern muss sich mit Risikoanalysen und Produkthaftung auseinandersetzen. Dies lässt sich nur in Zusammenarbeit zwischen Ingenieurinnen, Informatikern, Ökonominnen und Juristen klären. Aus Informatikerinnen und Informatikern werden so Systementwickler, die sich bewusst machen, dass mit Technikentwicklung auch Verantwortung für die späteren Nutzenden und die davon Betroffenen einhergeht.

Sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme – hochautomatisierte Fahrzeuge in Form von Autos, Flugzeugen oder Schiffen sind Beispiele dafür – erscheinen künftig nicht mehr in Form von typischen Computern. Die Computer selbst treten in den Hintergrund, werden teils unsichtbar und sollen den Operateuren den Eindruck vermitteln, sie steuern das System ohne Hilfe. Der Pilot eines Airbus steuert das Flugzeug nicht wirklich mit dem Sidestick in seinem Cockpit. Er gibt nur Signale an Computersysteme, die dort überprüft, geglättet und auch korrigiert werden. Die geflogene Kurve ist nicht die Kurve, die der Pilot gesteuert hat. Es ist die Kurve, die der Pilot initiiert hat und steuernd begleitet. Sie wurde in Wirklichkeit von Computersystemen im Prozessführungssystem optimiert, gesteuert und überwacht. Die Passagiere können, ohne viel davon zu merken, ihr Essen und ihre Getränke einnehmen. Kein Glasinhalt wird verschüttet, weil Computersysteme als schützendes und korrektives Medium zwischen dem Piloten/der Pilotin und den zu steuernden 100 bis 600 Tonnen Flugzeug wirken, das sich mit bis zu 1.000 km/h in einer turbulenten Atmosphäre bewegt. Mehrere zehntausend Sensoren und Aktoren müssen dazu von den Computersystemen gelesen, ausgewertet, zusammengefasst, angezeigt bzw. angesteuert werden. Menschen können das schon lange nicht mehr leisten. Das computergesteuerte Prozessführungssystem ist im Sinne von Marshall McLuhan zur medialen Extension des Menschen geworden (Herczeg 2007; McLuhan 1964). Der Pilot ist aufs Engste mit dem Flugzeug verbunden, ja er fühlt sich manchmal sogar als solches. Informatikerinnen und Informatiker werden zu Konstruierenden und Gestaltenden solch neuer interaktiver Medien, die eine Welt von Möglichkeiten erschließen, die dem Menschen von Natur aus nicht zugänglich ist. Die Möglichkeiten und Risiken müssen allerdings in einer angemessenen Balance stehen, sonst überholen Technik und Natur den Menschen. Dies haben wir eindrucksvoll und tragisch durch die fehlgeleitete Entwicklung von Kernkraftwerken an den Beispielen von Harrisburg, Tschernobyl und Fukushima gesehen. Dort ist Technik entgleist. Der Mensch hat ihre Komplexität nicht mehr überblickt und nicht mehr bewältigt. Hier haben sich Akteure und Verantwortliche aus Technik, Ökonomie und Politik in einer verengten Denkweise verselbständigt, ohne den Menschen, seine Fähigkeiten und Grenzen oder seine Kultur einzubeziehen.

Bei der Entwicklung komplexer Technik, wie es Informatiker und Informatikerinnen leisten, muss man heute mehr können und mehr wollen, als nur Technik zu konstruieren und zusammenzubauen. Man muss über eine technische Kompetenz hinaus verstehen, wie Menschen funktionieren und wie diese in ihren Lebenskontexten wahrnehmen und handeln. Für die Entwicklung von schicken Smartphones ist solches Wissen sehr wertvoll, für die Entwicklung von Sicherheitskritischen Mensch-Maschine-Systemen ist es lebensnotwendig. Wer Informatik mit einem ganzheitlichen interdisziplinären Verständnis studiert und begreift, kann die Welt wirklich ein bisschen besser machen.

Literatur

Buurman, Gerhard M. 2001. *Total interaction*: Theory and practice of a new paradigm for the design disciplines. Basel: Birkhäuser.

Herczeg, Michael. 2006. *Interaktionsdesign:* Gestaltung interaktiver und multimedialer Systeme. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Herczeg, Michael. 2007. *Einführung in die Medieninformatik*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Herczeg, Michael 2009. *Software-Ergonomie. Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme*. 3. Auflage. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Herczeg Michael 2013. Risiken beim Betrieb von Kernkraftwerken: Die Kernkraft nach Fukushima und der Faktor Mensch. In *Wendepunkt Fukushima - Warum der Atomausstieg richtig ist*, herausgegeben vom Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR) Kiel, S. 23–32. Lübeck: Schipp und Winkler.

McLuhan, Marshall 1964. *Understanding Media - The Extensions of Man*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

3.2.7 Von der algorithmischen Revolution

Frieder Nake

Leistungen der Informatik werden hoch geschätzt. Muss das aber nicht bei genauerem Nachdenken heißen: Das Kapital schätzt die Leistungen von Informatik-Betreibenden hoch ein?

Themen informatischer Forschung seien fremdartig, sie seien an der Maschine orientiert. Woran sonst? Geht es in der Informatik nicht darum, dass menschliche Arbeit in maschinelle Form gebracht und berechenbar wird? Stellen Pflege- und Schweißroboter Menschen ins Zentrum? Was für ein Hohn.

Wo Roboter pflegen und schweißen, braucht es kaum noch Menschen. Das Kapital schafft lieber eine Maschine an, als dass es einen Menschen menschlich arbeiten lässt. Das ist keine Frage der Humanität, sondern des *Shareholder Value*.

Die Informatik hat es wissenschaftlich mit *Maschinisierung geistiger Arbeit* zu tun. Das muss Ausgangspunkt jeder prinzipiellen Überlegung zu dieser Disziplin sein. Informatik-Betreibende entwickeln abstrakte Modelle für komplexe Prozesse gesellschaftlicher Arbeit. Riesig komplex sind die Prozesse, über alle Maßen abstrakt die Modelle. Mehr noch: Sie müssen berechenbare Form haben, müssen zu Algorithmen werden. Damit Daten und Programme entstehen. Das machen Informatik-Betreibende. Fremdartig? Maschinenorientiert? Ja! Gerade das ist das Begeisternde!

In der informatisch gespiegelten *mirror*-Welt geht nichts, das nicht von Computern begleitet würde. Wer dazu beitragen will, muss Bemerkenswertes lernen – nämlich so denken zu lernen, wie Computer dächten, wenn sie es könnten.

Das *ist* faszinierend, *weil* es fremdartig ist, an der Maschine orientiert. Das ist ein großartiges Dilemma und eine wundervolle Herausforderung für diejenigen, die Informatik betreiben.

Die Informatik ist ‚supererfolgreich'. Sie hat die technische Infrastruktur der Gesellschaft unglaublich und erschreckend revolutioniert. Die *algorithmische Revolution* war die erfolgreichste aller Zeiten. Leise und effektiv. Ohne Blutvergießen. Ohne Konterrevolution. Die Revolution, die die Moderne überwand. Nun herrschen nicht mehr die Dinge. Die Welt der Dinge, die Moderne also, verwandelt sich in eine Welt der Zeichen, die Postmoderne.

Die Zeichen *ersetzen nicht* die Dinge. Brot muss nach wie vor verkauft werden. Immer mehr sogar muss verkauft werden, weil sonst das Kapitalprinzip nicht funktioniert. Die Zeichen *begleiten* die Dinge. Sie eilen ihnen voraus, stellen fest, überwachen, lassen planen und leiten. Machen alles flüssig.

Alles, was fest war, verflüchtigt sich, heißt es sinngemäß bei Marx und Engels. Das geschieht konkret in der algorithmischen Revolution. Sie kommt an kein Ende. Denn Zeichen kennen keine Grenzen. Erst im Unendlichen käme die Interpretation zu ihrem Ende, die jedem Zeichenprozess innewohnt. Die flüchtige Welt der Zeichen ist die Welt der Informatik.

Informatisch wird ein Gegenstand dann, wenn er drei Transformationen durchläuft: die semiotische, die syntaktische und die algorithmische. Der Gegenstand muss zunächst zum Zeichen werden, muss semiotische Form annehmen. Er muss weiter vom Zeichen zum Signal schrumpfen, das jede Bedeutung verliert. Schließlich muss alles berechenbar gemacht werden – für den Computer.

Als Menschen aber, die Menschen mehr schätzen als Maschinen, wollen wir mitten im Kapitalismus eine kleine Utopie: Wir wollen die Erfolge der algorithmischen Revolution nicht missen. Wir wollen den Urlaub im Internet planen, unseren Lohn auf dem Bankkonto sehen, der Welt unsere Fotos zeigen. Die Utopie ist, dass wir all das weiterhin können, dass aber die NSA nicht mitliest. Das wird nicht gehen. Die Utopie heißt, dass wir *tatsächlich* an uns denken und menschlich handeln – mit Maß also.

Dann gehen wir in den Buchladen, um das Buch in der Hand zu halten, statt es als Bild bei Amazon zu sehen. Wir gehen in den Klamottenladen, um den Stoff zu fühlen, statt bei eBay zu klicken. Wir gehen Schritte, zu denen wir all unsere Sinne brauchen, nicht nur ein Auge und einen Finger. Wir stecken überall ein wenig zurück. Wir entdecken die Schönheit der Langsamkeit. Wir halten uns an etwas fest und kommen zu uns selbst. Wir wollen nicht schnell lernen, sondern gut lernen. Wir wollen nicht von einem Programm geprüft werden, sondern gar nicht. Weil wir lernen wollen. Wir wollen kein Haus besitzen, sondern menschlich leben.

Eine ziemlich romantische Träumerei offenbar. Wenn Informatik-Betreibende sagen, der Mensch spiele die zentrale Rolle, dann fragen wir: „Wie heißt das Stück, in dem wir mitspielen sollen?“ Sie werden antworten, der Mensch stehe im Zentrum des informatischen Tuns. Ach so? Davon sehen wir wenig: Flüchtlinge werden abgewiesen, Leiharbeit wird gefördert, Kinder werden in noch härtere Konkurrenz gezwungen, Bahnhöfe werden gebaut, um zehn Minuten schneller am Ziel zu sein. Kriege werden geführt, um einen Standort auszubauen. Roboter werden konstruiert, um Alte zu entsorgen, statt mit ihnen so umzugehen wie mit Menschen.

Der Ideologie, dass all das gut für den zentralen Menschen sei, dürfen wir nicht auf den Leim gehen. Sie werden die Informatik weiter vor sich hertreiben; wenn wir nicht das Langsame und Feste dagegensetzen. Gerade auch innerhalb der Informatik.

3.3 Fazit

Ausgehend von der Motivation, die Quellen und Grundlagen der technisch geprägten und oftmals negativen öffentlichen Wahrnehmung von Informatik zu beleuchten und Ansätze für eine Veränderung dieser Außenwirkung aufzuzeigen, zeichnet dieses Kapitel Bilder einer vielfältigen Informatik.

Im Rahmen des Forschungsprojektes *InformAttraktiv* wurde am Beispiel der Informatikforschung an der Universität Bremen die aktuelle Informatikforschung analysiert und der Stand der Wissenschaft erhoben. Durch Durchführung und Analyse von Interviews mit Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie durch Auswertung von schriftlichen Selbstdarstellungen und Publikationen wurde gezeigt, welche vielseitigen Konzepte, Technologien, Anwendungsbereiche und Methoden die Informatikforschung derzeit umfasst.

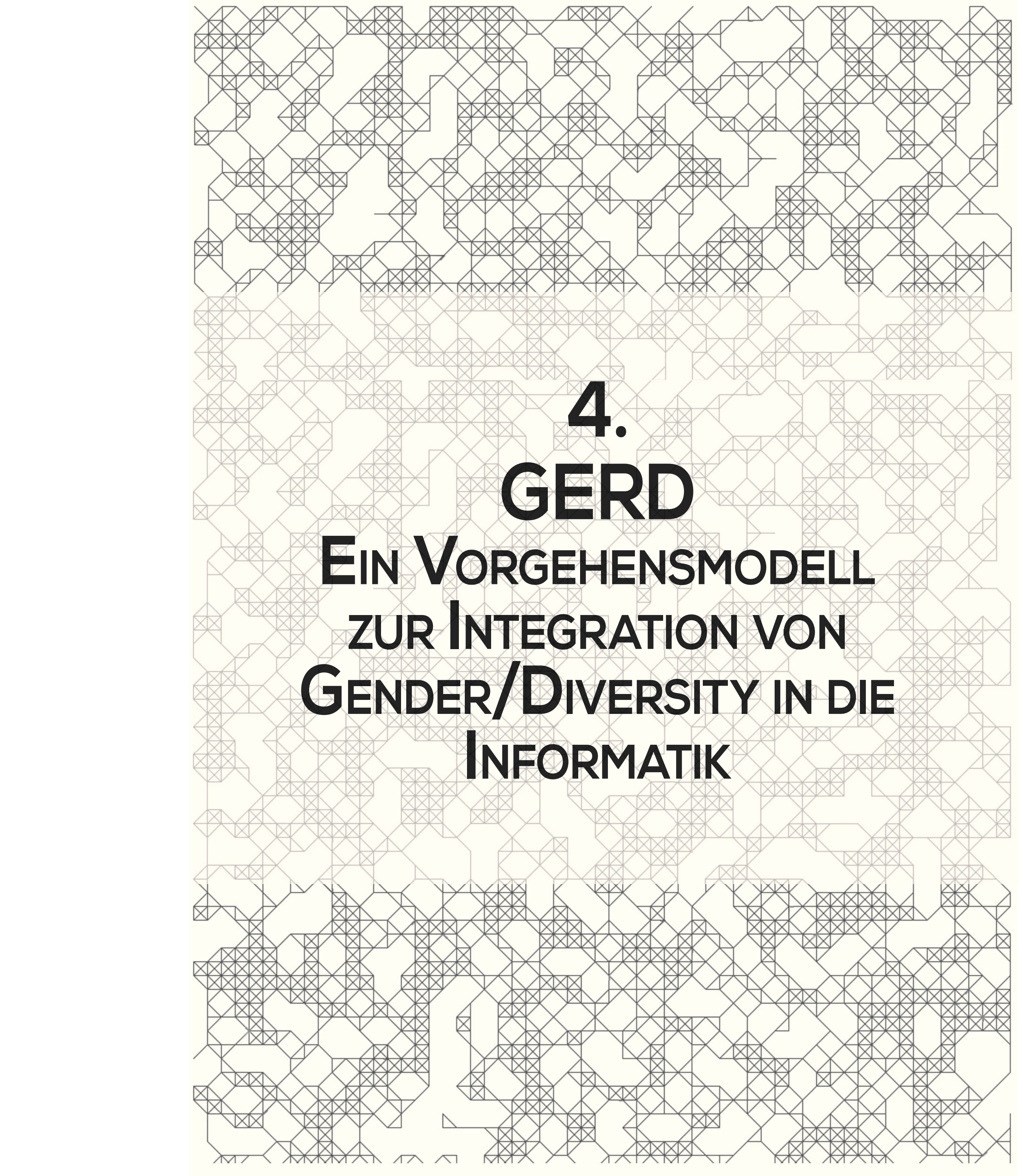
Diese Erhebung ist in drei Profilbereiche gegliedert, wodurch der – im Ganzen schwer überschaubaren – Forschungslandschaft eine Struktur gegeben wird. Diese Gliederung in Profilbereiche löst an der Universität Bremen die traditionelle Aufteilung in theoretische, technische und angewandte Informatik ab und ist ein Ansatz, die Außendarstellung des Fachs Informatik zugänglicher zu gestalten. Dieser Ansatz hat nicht den Anspruch, eine allgemeingültige und auf die gesamte Informatik übertragbare Gliederung zu sein, dafür orientiert er sich zu stark an den spezifischen Forschungsschwerpunkten in Bremen. Seine Modularität und Flexibilität gibt ihm aber Modellcharakter und erlaubt leichte Anpassungen an andere Kontexte.

Die Auswertung der Interviews und Publikationen zeigte, dass im Selbstverständnis der Informatikforschung die Entwicklung von technischen

Systemen und Algorithmen durchaus eine zentrale Rolle einnimmt. In den aufgeführten Themen und Beispielen wird aber zudem deutlich, wie massiv Informatik und Gesellschaft sich gegenseitig beeinflussen und welch wichtige Rolle der Mensch im sozialen Kontext und dadurch auch Gender- und Diversity-Aspekte für die Informatikforschung spielen. Es konnte festgestellt werden, dass der Mensch in verschiedenen Bereichen der Informatik von Informatik-Betreibenden in unterschiedlichen Rollen wahrgenommen wird. In Themenbereichen rund um SQ steht er oft zwischen Schutz und Bedrohung, im Bereich KIKR gilt er wesentlich als Modell und im Bereich DMI steht sein handelnder Umgang im Zentrum. Diese unterschiedlichen Blickwinkel auf den Menschen können als Ausgangspunkt dafür genutzt werden, die Profile gegeneinander abzugrenzen, was über die Forschungsthemen aufgrund von deren Facettenreichtum oftmals diffizil sein kann. Als eindrückliche Verdeutlichung dessen, wie unterschiedlich Informatik und auch das Bild des Menschen in der Informatik ist, enthält das Kapitel Gastbeiträge, in denen renommierte Forscherinnen und Forscher ihre Sichtweise darstellen.

In Hinblick auf die öffentliche Wahrnehmung des Forschungsfeldes lassen die Forschungsergebnisse darauf schließen, dass die Weiterentwicklung des Feldes und die Interdisziplinarität der Anwendungsgebiete momentan nicht so stark in den Fokus der Außendarstellung gerückt werden, als dass sie das bestehende Bild von Informatik prägen. Hier bietet sich somit Entwicklungspotenzial, die öffentliche Wahrnehmung zu verändern.

Als eine weitere Erkenntnis konnte herausgearbeitet werden, dass die Informatik zwar immer mehr ‚in die Welt hinein zieht', Lebensbereiche durchdringt und im Kontext unter Einbeziehung von Wechselwirkungen mit diversen Akteuren begriffen wird, dass sich die Forschenden dieser Entwicklung auch bewusst sind, aber dass die Auseinandersetzung mit den Anwenderinnen und Anwendern noch weitgehend unreflektiert bleibt. Die im Forschungsprojekt *InformAttraktiv* praktizierte Konfrontation von Informatik mit der Gender- und Diversityforschung wurde in der Analyse der Forschungslandschaft dazu genutzt, Anknüpfungspunkte für eine solche Reflexion sichtbar zu machen. Im nächsten Kapitel wird – unter Einbeziehung dieser Ergebnisse – der Fragestellung nachgegangen, an welcher Stelle im Forschungs- und Entwicklungsprozess welche Gender- und Diversity-Aspekte besonders relevant sind und wie das Vorgehen in Forschungsprojekten bzw. bei Forschungsfragestellungen diesbezüglich erweitert werden kann.



4. GERD

Ein Vorgehensmodell zur Integration von Gender/Diversity in die Informatik

4. GERD – Ein Vorgehensmodell zur Integration von Gender/Diversity in die Informatik

Claude Draude, Kamila Wajda, Susanne Maaß

Die zunehmende Einwirkung der IT auf die menschliche Lebenswelt verstärkt die Notwendigkeit einer nutzer- und kontextgerechten Gestaltung. Im Zuge der Usability-Forschung kam Ende der 1990er-Jahre die Forschungsrichtung Design for All auf, die sich explizit mit der Diversität von Nutzenden sowie Kontexten auseinandersetzte (Stephanidis 1995). Neben der Formulierung von „Guidelines" rückte zu ihrer Operationalisierung zunehmend die Frage nach angemessenen Umsetzungsstrategien in den Mittelpunkt – und dies aus Sicht der Wissenschaft wie der Praxis. Die angestrebte Berücksichtigung der Vielfalt menschlicher Lebenslagen und Wissensbereiche in der IT-Forschung und -Entwicklung legt nahe, einen weiteren Wissensbereich einzubeziehen: die Gender- und Diversitätsforschung.

Auch die Institutionen der Forschungsförderung in Europa haben im Zuge ihrer Gleichstellungsbemühungen die inhaltliche Einbeziehung von Gender und Diversity in Forschungsfragen als Voraussetzung für Projektförderungen benannt. Die Europäische Kommission verlangte 2003 von dem Empfängerinnen und Empfängern ihrer Förderungen, systematisch zu untersuchen, „whether, and in what sense, sex and gender are relevant in the objectives and the methodology of the project" (European Commission 2003, S. 8). Die DFG formuliert in ihren Forschungsorientierten Gleichstellungsstandards: „Die Berücksichtigung von relevanten Gender- und Diversity-Aspekten ist [...] ein wesentliches Element qualitativ hochwertiger Forschung" (DFG 2008, S. 1). Solche Regelungen und Appelle sind häufig leichter zu formulieren als umzusetzen. Die Situation gleicht den frühen Phasen der Usability-Forschung, als man Leitlinien formulierte, von denen man annahm, dass sie für jede Soft-

wareentwicklerin und jeden Softwareentwickler verständlich und umsetzbar wären. Allerdings fehlte noch die Operationalisierung, die dann erst das Ergebnis späterer Forschungen zu angemessenen Vorgehensweisen war. Auch die heutigen „Policies" zur gender- und diversitygerechten Forschung und Entwicklung müssen jetzt operationalisiert werden, um Antragsteller/-innen und Projektmitarbeiter/-innen in die Lage zu versetzen, diese Aspekte in ihre Projektplanung und -bearbeitung einzubeziehen. Außerdem wird hier in gleicher Weise wie im Bereich „Usability" eine Spezialisierung und Professionalisierung stattfinden müssen, die Wissensbereiche aus den Gender und Diversity Studies und der Informatik verbindet.

Als erste Hilfestellungen sind in den letzten Jahren Richtlinien und Handreichungen entstanden. Das Projekt „Discover Gender" der Fraunhofer-Gesellschaft stellte ein differenziertes Genderkonzept auf wissenschaftlicher Basis vor (Schraudner und Lukoschat 2006) und entwickelte daraus eine Checkliste mit Fragen, anhand derer Genderaspekte in Forschungs- und Entwicklungsvorhaben erkannt werden sollen (Bührer und Schraudner 2006). Dieser „Gender-Leitfaden" wurde exemplarisch in Projekten angewendet und erprobt. Aus der Sicht der Gender Studies wurde das Projekt „Discover Gender" dafür kritisiert, die Komplexität seines Genderkonzepts in den Fallbeispielen weitgehend auf die Geschlechterdichotomie „männlich/weiblich" und körperbezogene Aspekte zu reduzieren (Bath 2007). So läuft der Leitfaden Gefahr, Geschlechterstereotype eher zu verstärken und die Vielfalt der sozialen Welt ungenügend zu adressieren. Auch das von der US-amerikanischen NSF und der EU geförderte Projekt „Gendered Innovations" der Wissenschaftsforscherin Londa Schiebinger an der Stanford University geht von der Annahme aus, dass Innovationsprozesse durch Einbeziehung von Gender- und Diversity-Aspekten bereichert werden können und sollten (Schiebinger et al. 2011-2013). Das Projekt thematisiert die Bereiche „Naturwissenschaft", „Gesundheit" und „Medizin", „Ingenieurwissenschaften" und „Umweltwissenschaft". Es wurde eine Website entwickelt, um grundlegende Begriffe, Konzepte und methods of sex and gender analysis kurz und verständlich vorzustellen und durch Fallbeispiele zu veranschaulichen. So soll demonstriert werden, dass gendersensitive Forschung und Innovationsentwicklung machbar ist und zu überraschenden Ergebnisse führen kann. Eine Überprüfung der Site auf Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit für Technologieentwickelnde ohne jedes Basiswissen bezüglich Gender und Diversity wurde bislang nicht durchgeführt. Zudem führt das Projekt die von den Gender Studies problematisierte Trennung zwischen „sex" und „gender", also die zwischen „biologischem" und „sozialem" Geschlecht, wieder ein.

Das hier vorgeschlagene Vorgehen ist speziell auf den Bereich der Informatikforschung ausgerichtet und soll weitere Voraussetzungen für eine gender- und diversitygerechte Forschung und Entwicklung schaffen.

Mit dem Gender Extended Research and Development-Modell (GERD) stellen wir einen Ansatz vor, mit dem an informationstechnischen Produkten Mitwirkende zu jedem Zeitpunkt in ihrer Projektplanung und -bearbeitung in die Lage versetzt werden sollen, Gender- und Diversity-Aspekte mit zu bedenken, zu erfassen und einzubinden. Die Idee hinter dem GERD-Modell besteht darin, diese Hilfestellungen direkt an die Arbeitsprozesse und bisherigen Vorgehensmodelle von Personen und Betrieben, die in der Informatik tätig sind, anzuknüpfen. Auf diese Weise kann jeweils das etablierte Vorgehen angereichert und erweitert werden, ohne dass von vornherein eine grundlegende Umstrukturierung der Arbeitsprozesse verlangt wird.

Der Fokus beim GERD-Modell liegt zunächst auf der Anwendung in der Informatikforschung, bezieht jedoch auch Softwareentwicklungsprozesse ein, da diese einen wesentlichen Teil der Forschungsprojekte in der Informatik ausmachen können. Dadurch sollen ein möglichst umfassender Rahmen an Aufgaben in der Informatik einbezogen, sowohl Forschende als auch Entwickelnde erreicht und Herausforderungen, Teilbereiche und Unterschiede beider Zweige bewusst mitgedacht werden. Theorie- und praxisorientierte Vorgehensweisen bzw. Forschungs- und Entwicklungsprozesse unterscheiden sich voneinander, haben jedoch auch diverse Schnittpunkte und gehen häufig ineinander über.

Das GERD-Modell wurde zunächst theoretisch auf der Grundlage von Literaturrecherchen und Interviews mit Fachexpertinnen und -experten entwickelt sowie mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern rückgekoppelt. Es wurde anhand abgeschlossener, laufender sowie geplanter Projekte diskutiert.

Das GERD-Modell setzt sich zusammen aus einem Basis-Modell, das die Kernprozesse der Informatikforschung und -Entwicklung abbildet (Abschnitt 4.1), und Reflexionsbereichen, die sich an grundlegenden Konzepten der Gender und Diversity Studies orientieren und als besonders relevant für die Informatik herausgearbeitet wurden (Abschnitt 4.2). Diese Reflexionsbereiche bilden Cluster für relevante Gender- und Diversity-Anknüpfungspunkte und -Fragestellungen. Das GERD-Modell nimmt die Kernprozesse der Informatikforschung und -Entwicklung auf und verknüpft sie mit den Gender- und Diversity-Konzepten. Ihr Zusammenwirken wird im Abschnitt 4.3 erklärt und mit Beispielen aus unterschiedlichen Bereichen der Informatik unterlegt. An jeden informatischen Kernprozess wird ein Reflexionskatalog mit relevanten Gender- und Diversity-Fragestellungen angeknüpft.

4.1 Grundlegende Prozesse in der Informatikforschung und -entwicklung

Die Entstehung von informationstechnischen Systemen, Konzepten und Modellen basiert meist auf der Zusammenarbeit von Personen mit unterschiedlichen Aufgaben und Hintergründen und findet in Institutionen bzw. Unternehmen statt, deren diverse Vorgehensweisen sich je nach Anwendungsfeld unterscheiden. Unser Ziel in diesem Abschnitt ist es, die Informatik mit ihren vielfältigen Ansätzen zu betrachten und Schnittpunkte von verschiedenen Vorgehensweisen in Forschungs- und Entwicklungsprozessen der Informatik auszumachen. Die Abbildung von informatischen Kernprozessen soll dann eine Grundstruktur für das GERD-Modell schaffen, um prozessorientierte Hilfestellungen zur Einbeziehung von Gender- und Diversity-Aspekten bereitzustellen, die nicht an ein bestimmtes Vorgehensmodell gekoppelt, sondern auf unterschiedliche bestehende Vorgehensweisen und -modelle anwendbar sind.

Zur Realisierung dieses Ansatzes wurde zunächst betrachtet, wie in der Informatikforschung und -entwicklung vorgegangen wird und welche Prozesse dabei grundlegend sind. So wurden im ersten Schritt unterschiedliche Vorgehens- und Prozessmodelle zur Systementwicklung untersucht und die darin beschriebenen Phasen und Teilaufgaben extrahiert. Betrachtet wurden traditionelle, regulierte Prozessmodelle, wie das *V-Modell* (Boehm 1979) und das *Wasserfallmodell* (DeGrace und Stahl 1990; McConnell 1996; Royce 1987), sowie erweiterbare bzw. effizienzsteigernde Vorgehen, wie das *V-Modell XT* (Höhn und Höppner 2008). Auch nutzerzentrierte Vorgehensmodelle, wie der *Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme* (DIN EN ISO 9241-210:2010 2010) und der *User-Centered Web Development Life Cycle* (Lazar 2006), wurden

berücksichtigt. Untersucht wurden zudem das generische, inkrementelle *Spiralmodell* (Boehm 1988) und der grundlegende *System Development Life Cycle* (The Department of Justice 2003). Auch Projektmanagementprozesse (DIN 69901:2009-01 2009) und agile Vorgehensweisen, wie *Scrum* (Schwaber 2004) und *Kanban* (Epping 2011), wurden gesichtet. All diese Vorgehens- und Prozessmodelle beziehen sich vorwiegend auf die Systementwicklung mit ihren unterschiedlichen Teilprozessen und adressieren so zunächst nur einen Bereich der Informatik. Für das GERD-Modell soll neben der praktischen Umsetzung auch die theoretische Entstehung und Ergründung von informationstechnischen Konzepten und Produkten berücksichtigt werden. So wurden in einem zweiten Schritt typische Forschungsverläufe der Informatik und auch der Sozialwissenschaften betrachtet (Bordens und Abbott 2010; Crotty 1998; Oliver 2010; Peffers et al. 2006) und die grundlegenden Phasen und Teilaufgaben extrahiert. Die sich aus der Recherche ergebenden Phasen und Teilaufgaben der Informatikforschung und -entwicklung wurden in einem nächsten Schritt analysiert und miteinander in Beziehung gesetzt. Außerdem wurden Cluster gebildet. Die Analyse zeigte, dass in den unterschiedlichen Prozess- und Vorgehensmodellen Prozesse unterschiedlich zusammengefasst und Phasen verschieden benannt werden, die Phasen aber dennoch vergleichbare Ziele verfolgen. Zudem wurde deutlich, dass Forschungs- und Entwicklungsprozesse eine ähnliche Abfolge von Kernprozessen haben, die für beide gleich betitelt werden können. Auf der Basis der Analyse haben wir die Kernprozesse der Informatikforschung und -entwicklung extrahiert und benannt. Die Bezeichnungen wurden so gewählt, dass sie für die Forschung und die Entwicklung gleichermaßen passend sind. Sie können in den einzelnen Zweigen jedoch auch anders betitelt werden. So wurden folgende Kernprozesse benannt und abgebildet: die Vorhabensdefinition, die Analyse, die Modell-/Konzeptbildung, die Realisierung, die Evaluation und die Verbreitung (Abbildung 1). Überdies haben wir einen weiteren Kernprozess hinzugefügt: die Anstöße, die zur Initiierung eines Projektes führen und in herkömmlichen Modellen nicht berücksichtigt werden, jedoch eine tragende Rolle in Hinblick auf Gender und Diversity spielen (siehe 4.3.1).

Abbildung 1 benennt zudem exemplarische Teilaufgaben bzw. Ergebnisse der Informatikforschung und -entwicklung und schlüsselt die Kernprozesse damit weiter auf. So kann es in dem Kernprozess der Vorhabensdefinition beispielsweise darum gehen, die Ausgangslage für das Vorhaben zu beschreiben, die Ziele und die Zielgruppe festzulegen, erwartete Ergebnisse zu formulieren oder das methodische Vorgehen zu planen. Die exemplarisch genannten Teilaufgaben bzw. Ergebnisse der Kernprozesse beziehen sich dabei zum Teil nur auf die Systementwicklung (z. B. bei der Realisierung auf den Prototyp) oder nur auf die Forschung (z. B. bei der Verbreitung auf

die Publikation). Die meisten adressieren beide Zweige gleichermaßen (z. B. die Analyse der Technologien). Die Kernprozesse sowie die exemplarischen Teilaufgaben bzw. Ergebnisse werden weiter gehend im Abschnitt 4.3 erläutert und mit Beispielen unterlegt.



Abbildung: 04.01 Kernprozesse und exemplarische Teilaufgaben der Informatikforschung und -entwicklung

Die Darstellung der Phasen und Teilaufgaben erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Allgemeingültigkeit und nicht jede Phase des Modells muss für jedes Projekt gleichermaßen von Bedeutung sein. Der Fokus liegt auf der Abbildung von Prozessen, die für die Anknüpfung von Gender- und Diversity-Aspekten besonders relevant sind. Die einzelnen Phasen sind teilweise voneinander abhängig, nicht strikt sequenziell zu betrachten und können im Sinne einer agilen Entwicklung in einem iterativen Prozess durchgeführt werden. Wie Jacobson et al. es im Kontext des *Unified Software*

Development Process beschreiben, kann jeder Kernprozess in jeder Iteration bzw. Projektphase durchgeführt werden – nur in unterschiedlicher Intensität (vgl. die Core Workflows in Jacobson et al. 1999, S. 11). Keines der etablierten Vorgehensmodelle wurde als Grundgerüst für das GERD-Modell verwendet, da diese zum einen Forschungs- und Entwicklungsprozesse nicht gleichermaßen adressieren und da zum anderen nicht denjenigen Personen, die mit einem anderen etablierten Vorgehensmodell arbeiten, der Zugang zum GERD-Modell erschwert werden soll. Überdies sollte die Phase, in der die „Anstöße" für die Initiierung eines neuen Forschungs- oder Entwicklungsprojektes entstehen, für die Anknüpfung von Gender- und Diversity-Aspekten sichtbar gemacht werden.

Die Abbildung der Kernprozesse der Informatikforschung und -entwicklung bildet die Grundstruktur für das GERD-Modell. Sie stellt kein neues Vorgehensmodell für die Informatik dar, sondern eine Erweiterung bisheriger Vorgehensweisen. Diese Erweiterung besteht in der Reflexion von informatischen Vorgehensweisen unter Gender- und Diversity-Aspekten. Relevante Reflexionsbereiche, die sich an grundlegenden Konzepten der Gender und Diversity Studies orientieren, werden im nächsten Abschnitt eingeführt.

4.2 Anknüpfungspunkte zwischen Gender & Diversity Studies und der Informatik

4.2.1 Herausforderungen

An der Schnittstelle zweier akademischer Felder zu arbeiten, bringt interdisziplinäre Herausforderungen mit sich. Dies gilt insbesondere dann, wenn – wie bei den Gender und Diversity Studies und der Informatik – zwei Disziplinen aufeinandertreffen, die sich in den Verfahren, Herangehensweisen und Begrifflichkeiten maßgeblich voneinander unterscheiden (Schelhowe 2005). Vereinfacht – und somit sicher auch verkürzt – gesagt findet sich die Informatik vor der Aufgabe, Teile der Welt nachzubilden. Frieder Nake hat diesen Prozess als einen Dreischritt der Semiotisierung, Formalisierung und Algorithmisierung beschrieben, den ein Gegenstand durchlaufen muss, um zum informatischen Objekt zu werden (Nake 2001). Da der Computer eine zeichenverarbeitende Maschine ist (Nadin 2007), muss die Welt zunächst formal beschrieben werden und in der Folge berechenbar gemacht werden. Bei diesem Übersetzungsprozess wird notwendigerweise ausgewählt, was wichtig erscheint, bestimmte Aspekte werden anderen vorgezogen und es finden Setzungen, Begrenzungen und Ausschlüsse statt. Der Informatik geht es darum, Wissen operationalisierbar und auf technische Systeme übertragbar zu machen. Die Entscheidungen, die im Konstruktionsprozess getroffen wurden, sind im Endprodukt zumeist nicht mehr sichtbar (Rommes 2002).

Das Feld der Gender Studies dagegen lässt sich als kritische Wissenschaftspraxis verstehen. Dies umfasst die Reflexion einzelner Fachdisziplinen, aber auch das Untersuchen fächerübergreifender Phänomene oder Wissensobjekte. Es geht darum, die eigene Wahrnehmung zu schärfen und besonders auch

solche Aspekte der Forschung sichtbar zu machen, die z. B. aufgrund der eigenen Positioniertheit vielleicht schwierig zu erfassen sind. Durch die Herstellung von Querverbindungen zwischen den Disziplinen entstehen andere Blickwinkel auf ein Fach und es können neue Erkenntnisse über Forschungsobjekte gewonnen werden. Gender Studies, die historisch aus den Women's Studies entstanden, etablierten sich als Wissenschaft, insbesondere um Perspektiven zu beleuchten, die aufgrund des sozialen Markers „Geschlecht" marginalisiert erscheinen. Geschlechtliche Setzungen sind so elementar für unsere Gesellschaft, dass sie häufig unsichtbar oder implizit vor sich gehen, dafür aber umso wirksamer sind und sich nur schwer für Reflexionen öffnen lassen (von Braun 2006; von Braun und Stephan 2005).

Gender ist eine wichtige soziale Strukturierungskategorie. Im Folgenden benutzen wir jedoch zumeist das Begriffspaar Gender und Diversity, um Verkürzungen des Gender-Begriffs zu vermeiden. Ein generalisiertes Sprechen von „den Männern" bzw. „den Frauen" verkürzt die Flexibilität und den Konstruktionscharakter (Butler 2004) von Gender und macht andere Kategorien, wie die körperliche Befähigung, den sozialen Status, die Ethnizität, die sexuelle Orientierung o. Ä. unsichtbar (vgl. Rothenberg 2004). Die Diversitätsforschung thematisiert Differenzen wertschätzend (Gardenswartz und Rowe 1998). In der feministischen Sozialwissenschaftsforschung hat sich hierfür das Konzept der Intersektionalität herausgebildet (Rothenberg 2004). Mehr als um eine Aufzählung sozialer Kategorien geht es darum, deren Schnittstellen herauszuarbeiten und Macht- und Hierarchieverhältnisse zu reflektieren und möglichst reichhaltig die soziale Welt zu beschreiben. Es geht folglich nicht nur um einzelne Menschen oder Gruppen, sondern darum, wie sich individuelle, strukturelle und symbolische Ebenen in Wissensgebieten miteinander verschalten und Ein- und Ausschlüsse produziert werden (Harding 1986). Indem Gender und Diversity Studies versuchen, die Vielfalt in der Welt herauszuarbeiten, nehmen sie besonders auch Nischenperspektiven oder ungewöhnliche Lebenslagen und -kontexte in den Blick.

Wollen die Gender und Diversity Studies die Informatik konstruktiv bereichern, so muss es im Besonderen darum gehen, zu verdeutlichen, dass soziale und technologische Aspekte in einem wechselseitigen, flexiblen und formbaren Verhältnis zueinander stehen. Technologische Entwicklung findet stets innerhalb der Gesellschaft statt und ist daher selbstverständlich nie neutral oder wertfrei, sondern in eben diese Verhältnisse eingebettet. Soziale Beziehungen schreiben sich in Techniken und Werkzeuge ein (Akrich 1992). Unser Ansatz betrachtet daher jedes technische System als ein soziotechnisches System. Dieses bedeutet, dass soziokulturelle Aspekte für den gesamten Forschungs- und Entwicklungsprozess von Bedeutung

sind.[1] Gender und Diversity Studies bieten hier insbesondere eine Reflexion darüber an, wie Wissen über soziale Marker, gesellschaftliche Normen und Werte sowie Identitätsbildung zusammenhängt. Es gilt, Mechanismen offenzulegen, die die Zuschreibung bestimmter Eigenschaften, Erwartungen oder Verhaltensmuster, aber auch ganzer Wissensgebiete an ein bestimmtes Geschlecht oder an ein bestimmtes Alter koppeln. Eine große Herausforderung beim Aufeinandertreffen der Gender und Diversity Studies auf die Informatik ist es daher, zwischen konkreter, gelebter Vielfalt und notwendigen Prozessen der Abstraktion zu vermitteln. Heidi Schelhowe beschreibt, dass hierzu neue und interdisziplinäre Herangehensweisen in der Informatik entstehen müssen:

„Mit den interaktiven Schnittstellen und mit der zunehmenden Einbettung der Informatik-Produkte in Arbeits- und Lebensprozesse wird die Informatik in der Theoriebildung zunehmend auf die Einbeziehung sozial- und kulturwissenschaftlicher Methodiken angewiesen sein, die nicht nur als ein ‚add on' gelingen kann, sondern wo eine neuartige Verbindung unterschiedlicher Methodiken gebraucht wird. Dies fällt einer Disziplin, die sich hauptsächlich aus Mathematiker/-innen und Ingenieur/-innen rekrutiert, nicht leicht" (Schelhowe 2005).

Mit dem GERD-Modell wollen wir zu einem Reflexionsprozess anregen, der an den verschiedenen Stationen im Forschungsprozess Entscheidungen diskutierbar macht. Um diesen Prozess zu unterstützen, arbeiten wir mit Reflexionsaspekten, die sich an grundlegenden Konzepten der Gender und Diversity Studies orientieren (z. B. Klinger et al. 2007; Smykalla 2010).

4.2.2 Reflexionsaspekte

Im Folgenden werden verschiedene Reflexionsaspekte – die Relevanz, der Nutzen, das Wissen, die Werte, die Machtverhältnisse, das Menschenbild, die Arbeitskultur und die Sprache – angeführt. Diese Aspekte regen zu einer erweiterten Betrachtung von Forschungsthemen an. Die einzelnen Begriffe, die wir vorschlagen, sind hierbei genau wie die Fragen nicht scharf voneinander zu trennen, sondern verschränken sich im Reflexionsprozess zumeist miteinander. So lassen sich einige Fragen an unterschiedlichen Stellen verorten. Bei unserem Vorgehen soll darüber hinaus die Kategorie „Gender" nicht dazu dienen, einen Gegensatz zwischen „dem Mann" und „der Frau" herzustellen, sondern eine Vielzahl von Lebenslagen sowie von Gruppen und von Individuen und ihrer unterschiedlichen Stellung im sozialen Gefüge in

1 Siehe hierzu den Forschungsansatz der Arbeitsgruppe „Soziotechnische Systemgestaltung & Gender (SoteG)", Fachbereich 3 Mathematik/Informatik, Universität Bremen: http://www.informatik.uni-bremen.de/soteg/.

den Blick zu nehmen. So verschieben sich z. B. je nach unterschiedlicher Lebenslage der Forschenden Prioritäten, aber auch gesellschaftspolitische Themen motivieren Ausschreibungen und bestimmen so, wozu und für wen geforscht wird. Welche Personen über die Inhalte der Forschung bestimmen können und wessen Interessen nachgegangen wird, ist u. a. an ihre Stellung im sozialen Netz gekoppelt. Hier lassen sich Verbindungen zu Gender- und Diversity-Aspekten herstellen, die marginalisierte Positionen sichtbarer machen können. Auch weitere Entscheidungen, die im Forschungs- und Entwicklungsprozess getroffen werden, sind stets mit sozialen Kategorien verknüpft. So ist die Person, die ein Intelligentes Haus reinigen soll, auf andere Weise von der Technik betroffen, als die Person, die in diesem Haus wohnt. Und die Entscheidung, eine Open-Source-Plattform zu benutzen, kann den Entwickelnden besonders entgegenkommen, aber vielleicht für die künftigen Nutzenden eine Herausforderung darstellen.

Relevanz

Das Nachdenken über die Relevanz umfasst eine Reflexion darüber, woher das Interesse an der Forschung stammt und für wen sie ein wichtiges Thema ist. Die zentrale Frage ist, wie etwas zu einem wichtigen Thema wird und wer in der Position ist, das zu bestimmen. Die Beantwortung dieser Frage wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst: Gesellschaftliche Themen, Stimmungen und Meinungen spielen eine Rolle, aber auch das Auftauchen neuer Technologien kann die Forschung in eine neue Richtung lenken. Interessen von Sponsoren und Vorgaben durch Ausschreibungen, die Politik des jeweiligen Forschungsinstituts u. Ä. fördern bestimmte Forschungsgebiete vorrangig, während sich durch persönliche Interessen, Anforderungen und Lebenslagen wiederum neue Forschungsfragen ergeben.

Mögliche Fragen, die hier anschließen sind:

- Wie wurden bisher Prioritäten im Forschungsfeld gesetzt?
- Was wird als Forschungslücke gesehen?
- Welche gesellschaftlichen Bereiche wurden bislang bevorzugt behandelt? Welche Bereiche wurden vernachlässigt?
- Wie wird mit gesellschaftlich marginalisierten Themen umgegangen?
- Gibt es marginalisierte Themen, die bedeutsam erscheinen, aber für die es schwierig ist, Gelder zu akquirieren?
- Werden Bereiche und Themen, die traditionell als weiblich verstanden werden, eher vernachlässigt?

- Wie steht es mit Anforderungen von Menschen, die besondere körperliche Befähigungen oder Bedürfnisse haben (z.B. Krankheiten oder besondere körperliche Befähigungen, soziale Benachteiligung, ökonomisch schwache Gruppen oder Personen)?
- Wessen Interessen nimmt das Forschungsvorhaben konkret wahr?
- Für welche Personen oder Personengruppen sind die Ergebnisse von Bedeutung?

Nutzen

Bei der Reflexion über den Nutzen eines Vorhabens geht es darum, ein umfassendes Bild von zukünftigen Nutzenden und Nutzungskontexten zu erstellen. Wichtig sind Fragen danach, wer von der Forschung profitieren wird und wie inklusiv die zu entwickelnde Technologie funktioniert.

Beispiele für solche Fragen sind:

- Wem soll die Forschung nutzen?
- Welches sind die antizipierten Nutzenden?
- Lassen sich Technikfolgen oder Folgen der Forschung für bestimmte Nutzungsgruppen abschätzen?
- Welche Bevölkerungsgruppen werden mitgedacht? Schließen die Technologien evtl. bestimmte Bevölkerungsgruppen aufgrund sozialer Kategorien wie z.B. Alter oder körperlichen Befähigungen aus? Wenn ja, welche und warum?
- Für welchen Nutzungskontext wird die Technik oder das Modell geplant?
- Ähnliche oder sogar der gleiche Kontext oder der gleiche Ort kann sich für unterschiedliche Personen auch ganz unterschiedlich darstellen. Wird dies berücksichtigt?
- Wie bettet sich das Vorhaben in den Kontext ein? Wie wird es ihn verändern? Was bedeutet das für unterschiedliche Beteiligte?

Wissen

In der Wissenschaft geht es um die Produktion, Weiterentwicklung, Kritik und Reflexion von Wissen. Aus einer Gender- und Diversity-Perspektive gilt es zu fragen, wessen Wissen als relevant angesehen wird und wie dies in der Folge wissenschaftliche und technologische Diskurse bestimmen kann. Zudem trifft Wissenschaft Aussagen über Menschen und menschliche

Befähigungen und ist somit auch an der Herstellung von Wissen über das Geschlecht und andere soziale Kategorien beteiligt. Scheinbar stabiles Wissen über geschlechtliche Eigenschaften und Wertigkeiten ist in der Historie vieler Fachgebiete aufzuspüren. Dieses Wissen erweist sich jeweils aber immer wieder als Zuschreibung, die beständig neu hergestellt und ausgehandelt wird. Besonders deutlich wird dies im geschichtlichen Rückblick: So öffneten sich die Universitäten zum Ende des 19. Jahrhunderts nur langsam der Beteiligung von Frauen und dies wurde häufig durch naturwissenschaftliche Studien, die Frauen die kognitiven Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken absprachen, gerechtfertigt (Opitz et al. 2000).

Fragen, die hier anschließen, sind:

- Welche Art von Wissen gelangt in die Forschung oder das Entwicklungsvorhaben?
    - Alltagswissen
    - Wissen künftiger Nutzender
    - Wissenschaftlich abgesichertes Wissen
- Gibt es Wissensgebiete, die besonders anschlussfähig sind? Und solche die eher sperrig erscheinen?
- Wer gilt als Expertin oder Experte?
- Wie wird Wissen gewonnen?
- Wo werden die Grenzen informatisch ausdrückbaren Wissens gesehen? Welches Wissen entzieht sich der Formalisierung?
- Wie wird mit solchen Grenzbereichen umgegangen?
- Gibt es zu dem Forschungsfeld relevante Arbeiten aus den Gender und Diversity Studies, Disability Studies/Behindertenpädagogik, Gesundheits- und Pflegewissenschaften o.ä.?
- Sollte Expertise aus anderen Disziplinen hinzugezogen werden?
- Wird auch nicht-akademisches Wissen herangezogen und für wichtig erachtet?
- Was sind Schlüsselkonzepte des Forschungsfeldes und wichtige Begriffe? Welche Annahmen über Geschlecht und andere soziale Kategorien liegen diesen zugrunde?
- Welche theoretischen Grundlagen bestimmen das Feld? Gibt es hierzu anschlussfähiges Wissen aus den Gender und Diversity Studies?

Werte

Technologische Artefakte sind nicht neutral, sondern transportieren soziokulturelle, politische, ethische und ökologische Wertsetzungen. Gesellschaftliche Annahmen und Vorstellungen bestimmen die verschiedenen Phasen von Forschungs- und Entwicklungsprozessen und folglich auch deren Produkte. Madeleine Akrich (1992) prägte hierfür den Begriff der Skripte, die technologische Artefakte durchziehen und sich in Soft- und Hardwarelösungen materialisieren: „A large part of the work of innovators is that of ‘inscribing’ this vision of (or prediction about) the world in the technical content of the new object. I will call the end product of this work a ‘script’ or a ‘scenario’. [...] Thus, if we are interested in technical objects and not in chimeras, we cannot be satisfied methodologically with the designer’s or user’s point of view alone. Instead we have to go back and forth continually between the designer and the user, between the designer’s projected user and the real user, between the world inscribed in the object and the world described by its displacement“ (Akrich 1992, S. 208–209).

Fragen, die hier anschließen sind:

- Welche Wertvorstellungen und Grundeinstellungen unterliegen Forschung und Entwicklung? Z.B. was Themenbereiche angeht, wie:
    - Privacy, Security
    - Hierarchien, Verteilung von Arbeit
    - Gleichberechtigung und Teilhabe
    - Mitgestaltungsmöglichkeiten der Nutzenden
    - Nachhaltigkeit, ökologische Verantwortung
- Wie werden diese reflektiert und konzeptuell in das Vorhaben eingebunden?
- Unterstützt das Projekt den Status Quo oder sind Änderungen angestrebt?
- In welchem Verhältnis stehen soziale Faktoren und technische Faktoren zueinander?
- Für welche Personen ist das technische System durchschaubar? Wie verständlich ist es? Wer kann eingreifen in technische Prozesse?

Machtverhältnisse

Forschende sollten sich die Organisationsstruktur des Forschungsfelds, Anwendungsbereichs oder Arbeitsgebiets bewusst machen. Hier stellt sich die Frage, wie sich das geplante Forschungs- oder Entwicklungsprojekt zu dieser Struktur verhält und welchen Einfluss es auf sie und durch sie hat. Gender- und Diversity-Aspekte haben Einfluss darauf, an welchen Stellen sich Menschen verorten, welche Tätigkeiten sie ausüben, wie ihre Bezahlung ist und wie sich ihre soziale Absicherung gestaltet (weiterführend siehe Gottschall 2000; Wetterer 2002). Auch der Zugang zu Technologien, Ressourcen und Arbeitsmitteln verschränkt sich wiederum mit diesen Punkten. Wird dies in Forschungs- oder Entwicklungsprojekten transparent gemacht oder darüber nachgedacht?

Fragen, die hier anschließen, sind:

- Für welche Tätigkeiten oder Anwendungsbereiche wird ein Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben geplant?
- Welche Tätigkeiten werden z.B. in Organisationen oder Unternehmen besonders sichtbar? Welche Tätigkeiten bleiben eher verborgen und werden daher auch nicht im Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben erfasst? Hängen diese Tätigkeiten evtl. mit sozialer Schicht oder Geschlecht zusammen?
- Wie verhält sich das Vorhaben zu bestehenden Hierarchien, z.B. in Unternehmen, aber auch zu solchen wie denen zwischen Expertinnen oder Experten und Laien?
- Lassen sich partizipative Forschungs- und Entwicklungsmethoden mit der Organisationsstruktur des Unternehmens oder des Arbeitsbereichs verbinden?
- Wird bei der Auswahl von Forschungsthemen reflektiert, dass bestimmte Themen eine stärkere Lobby bzw. stärkeren gesellschaftlichen Rückhalt haben als andere?
- Wer produziert die Technik und unter welchen Bedingungen?
- Wer kann sich die Technik leisten?

Menschenbild

Der Mensch rückt zunehmend in den Mittelpunkt der Informatik (vgl. Kapitel 3). Je nach Forschungsbereich kommt ihm eine andere Rolle zu: Im Bereich „Sicherheit“ z. B. wird der Mensch als schutzbedürftig, aber auch als mögliche Bedrohung gesehen. In der KI gilt er wesentlich als Referenzmodell und im Bereich „Interaktion“ steht der handelnde Umgang mit digitalen Mediensystemen im Zentrum. Der Begriff „Menschenbild“ regt eine Reflexion darüber an, welche Zuschreibungen in diesen Bildern gemacht werden und welche Menschen überhaupt gemeint sind. Das Konzept des Menschlichen ist zudem eng mit der Geschlechterordnung, aber auch mit der Geschichte von Race (Axeli-Knapp 2005) verwoben. Als vollwertiges Mitglied der Gesellschaft werden Menschen anerkannt, wenn sie einen eindeutigen Status als Mann oder Frau (historisch als weißer Mann bzw. mit eingeschränkten Rechten als weiße Frau) einnehmen können (Butler 1990). Der Begriff „Menschenbild“ umfasst daher immer auch Geschlechterbilder und Bilder hiermit verwobener sozialer Kategorien, wie der der körperlichen Befähigung (Michalko und Titchkosky 2009), und fließt in Forschungs- und Entwicklungsvorhaben ein.

Fragen, die hier anschließen, sind:

- Wie fächert sich die Kategorie Geschlecht im Anwendungsgebiet oder Forschungsbereich auf? Was sind wichtige interdependente Variablen, wie z.B. Bildungsstand, körperliche Befähigung, Alter, Kultur, Ethnizität, sexuelle Orientierung, ökonomischer Status? Lassen sich Anwendungsgruppen oder Stichproben in Untersuchungen auf relevante Variablen vielfältiger zusammensetzen?
- Sind Verfahren, Methoden oder bestimmte Teilbereiche des Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben mit geschlechtlichen Codierungen besetzt?
- Werden geschlechtliche Setzungen im Forschungsgebiet mit Verweis auf biologische Unterschiede gemacht? Wie wird das wissenschaftlich abgesichert, welche Studien werden herangezogen?
- Welche Vorannahmen über Geschlecht fließen in das Forschungsfeld mit ein? Wie bestimmen diese das Forschungsfeld? Wie sind sie begründet?
- Welches Verständnis von Gender stützt die Forschung bzw. welchem wird nachgegangen? Wird Gender als vielfältig, von unterschiedlichen Tätigkeiten, Identitäten und Positionierungen in der Welt geprägt verstanden?

- Werden Menschen mit Beeinträchtigungen auch mitgedacht, wenn es um Vorhaben geht, die diese nicht explizit als Zielgruppe ausmachen?
- Welche und wessen Lebenswelt, welche Alltagszusammenhänge werden aufgegriffen?
- Besteht Sensibilität für unterschiedliche kulturelle, soziale, politische Kontexte?
- An welche Menschen wird bei der Forschungskonzeption gedacht? Lässt sich dieses Bild erweitern?
- Wo werden Grenzen der Unterstützung des Menschen durch technologische Systeme gesehen?
- Entziehen sich bestimmte Bereiche des Menschlichen der Unterstützung durch den Computer bzw. lassen sich bestimmte Themen oder Eigenschaften des Menschen nicht informatisch umsetzen? Wenn ja, welche sind das? Und wie sind diese geschlechtlich codiert?
- Welche Methoden und Verfahren werden benutzt? Welches Wissen lässt sich mit diesen erheben und welche Personen und Tätigkeiten geraten in den Blick?

Sprache

Die Sprache, Metaphern und Bilder bestimmen Fragestellungen und Forschungsinhalte maßgeblich mit. Die Art, wie über Themen gesprochen oder geschrieben wird, welche Bilder transportiert werden und welche Personen auf welche Weise repräsentiert werden, kann Perspektiven erweitern oder verstellen. Bei der Gestaltung technologischer Systeme ist besonders zu beachten, wie die Wirklichkeit beschrieben wird und welche Szenarien und Beispiele gewählt werden. Zwischen den Gender und Diversity Studies (Hornscheidt 2005) und der Informatik (Nake 2001) ergibt sich hier ein interessanter Berührungspunkt: Beide Disziplinen erachten Sprache als konstruktiv und weltgestaltend, nicht als deskriptiv.

Fragen, die hier anschließen sind:

- Welche Sprache, Beispiele, Szenarien, Repräsentationen, Visualisierungen und Bilder sind im Forschungsgebiet akzeptiert und finden Verwendung?
- Wird mit Stereotypen gearbeitet oder wird versucht Vielfalt herzustellen und herkömmliche (Geschlechter)erzählungen zu durchbrechen?

- Wird bei der Formulierung von Texten, Hypothesen und Fragestellungen darauf geachtet, dass Sprache konstruktiv wirkt und Stereotypisierungen den Blick einengen und Forschung verfälschen können?
- Wird geschlechtergerechte und nicht-rassistische Sprache benutzt?
- Wie wird mit unterschiedlichen Sprachen und Begriffen in verschiedenen Fachkulturen oder Arbeitszusammenhängen umgegangen?

Arbeitskultur

Dieser Punkt betrifft nicht das entstehende Artefakt, sondern die eigene Position der Forschenden sowie die Institutions- und Unternehmenskultur. Hier können Geschlechtergerechtigkeit, die Zusammensetzung von Teams und Annahmen über Gender und soziale Kategorien reflektiert werden[2].

Fragen, die sich anschließen, sind:

- Welches sind die eigenen Grundannahmen über Geschlecht, sexuelle Orientierung, Ethnizität etc.?
- Welches sind die Grundannahmen über Geschlecht und andere soziale Kategorien in der Arbeitsgruppe oder der Abteilung?
- Gibt es eine offene Arbeitskultur, die Vielfalt in Bezug auf Herkunft, sexuelle Orientierung, andere äußere und innere Faktoren, wie z.B. Religion, Kleidung, Familie/Elternschaft, erlaubt?
- Wurden bereits Workshops oder Trainings zu den Themen Gender und Diversity angeboten?
- Werden soziale Faktoren und ihr Einfluss auf die Arbeitskultur als wichtig erachtet?
- Lassen sich besondere persönliche Situationen, wie z.B. Elternschaft, Pflege Angehöriger, besondere körperliche oder seelische Befähigungen, mit der Arbeit und den Arbeitszeiten in Einklang bringen?
- Wie werden Positionen besetzt?

2 Speziell für die Informatik sind beispielsweise im Wissenschaftsjahr 2006 eine Handreichung und Leitfäden entstanden. Diese können unter dem Punkt „Handreichung ‚Chancengleichheit und Gender in Wissenschaftsveranstaltungen'" unter http://www.kompetenzz.de/Produkte abgerufen werden. Das Gender Institut Bremen bietet Weiterbildungen, Trainings und Beratung zum Thema „Gender und Diversity" an (siehe http://www.genderinstitut-bremen.de/).

- Werden Vorträge, Konferenzen, Workshops möglichst vielfältig besetzt?
- Falls die eigene Arbeitsgruppe hauptsächlich aus Männern besteht, wird versucht dies auszugleichen? Und wenn ja, wie? (Intersektionalität von Gender beachten)
- Wie inklusiv ist die (Arbeits-) Kultur der Arbeitsgruppe oder Abteilung?
- Wird geschlechtergerechte Sprache verwendet? Wird im allgemeinen auf angemessene Sprache geachtet, auch darauf, dass keine homophoben Witze gemacht werden und Rassismen und Sexismen, oder auch behindertenfeindliche Ausdrücke keinen Platz finden?

Um diese Aspekte greifbarer zu machen, haben wir einzelne Fragen mit Beispielen aus der Forschung und der Praxis verknüpft. Im nächsten Abschnitt präsentieren wir diese Beispiele entlang der Phasen des Forschungs- und Entwicklungszyklus. Im Anhang findet sich dann jeweils eine Zuordnung obiger Fragen, die teilweise auch phasenspezifisch erweitert sind. Ein Schwerpunkt der Fragen liegt hierbei auf den Phasen der Konzeptionierung der Forschung, d. h. der Phase der Anstöße und der Phase der Vorhabensdefinition. Ähnlich wie bei einem Hausbau wird hier erfasst, auf welchem Fundament das Projekt stehen soll. Hier werden grundlegende Entscheidungen über den Forschungsverlauf oder das Entwicklungsdesign getroffen.

4.3 Das GERD-Modell und seine exemplarische Anwendung

Das „Gender Extended Research and Development“ - Modell (GERD) beruht auf einer engen Verbindung von Denkweisen der Informatik und Ansätzen der Gender Studies. Einen Baustein des Modells bildet die Abbildung von Kernprozessen von Informatik-Forschung und -Entwicklung (Abschnitt 4.1). Die Kernprozesse fungieren als Grundgerüst für die anschließenden Darstellungen. Das zweite wesentliche Element stellen Reflexionsaspekte dar, die sich an grundlegenden Konzepten der Gender- und Diversity-Studies orientieren (Abschnitt 4.2). Im Folgenden soll verdeutlicht werden, wie man die informatischen Kernprozesse unter den Reflexionsaspekten beleuchten kann und wie das GERD-Modell zu lesen ist.

Im mittleren Bereich von Abbildung 1 werden die Kernprozesse von Informatik-Forschung und -Entwicklung sowie ihre exemplarischen Teilaufgaben illustriert. Die Reflexionsaspekte sind als Rahmen um die Kernprozesse gelegt.

In den Abschnitten 4.3.1 bis 4.3.7 werden kurz die einzelnen Kernprozesse von Informatik-Forschung und -Entwicklung sowie ihre exemplarischen Teilaufgaben bzw. Ergebnisse erläutert und Bezüge zu Gender und Diversity hergestellt. Alle Phasen beziehen sich dabei sowohl auf theoretische, technische und soziale Aspekte; beispielsweise können die Anforderungen an ein Produkt Ansprüche an die Theorie stellen, technische Vorgaben enthalten, oder Forderungen an die Wechselwirkung mit den Nutzenden definieren.

Das Resultat eines Forschungs- oder Entwicklungsprojektes wird im Folgenden als „Produkt“ bezeichnet und meint gleichermaßen Systeme wie Forschungsergebnisse.

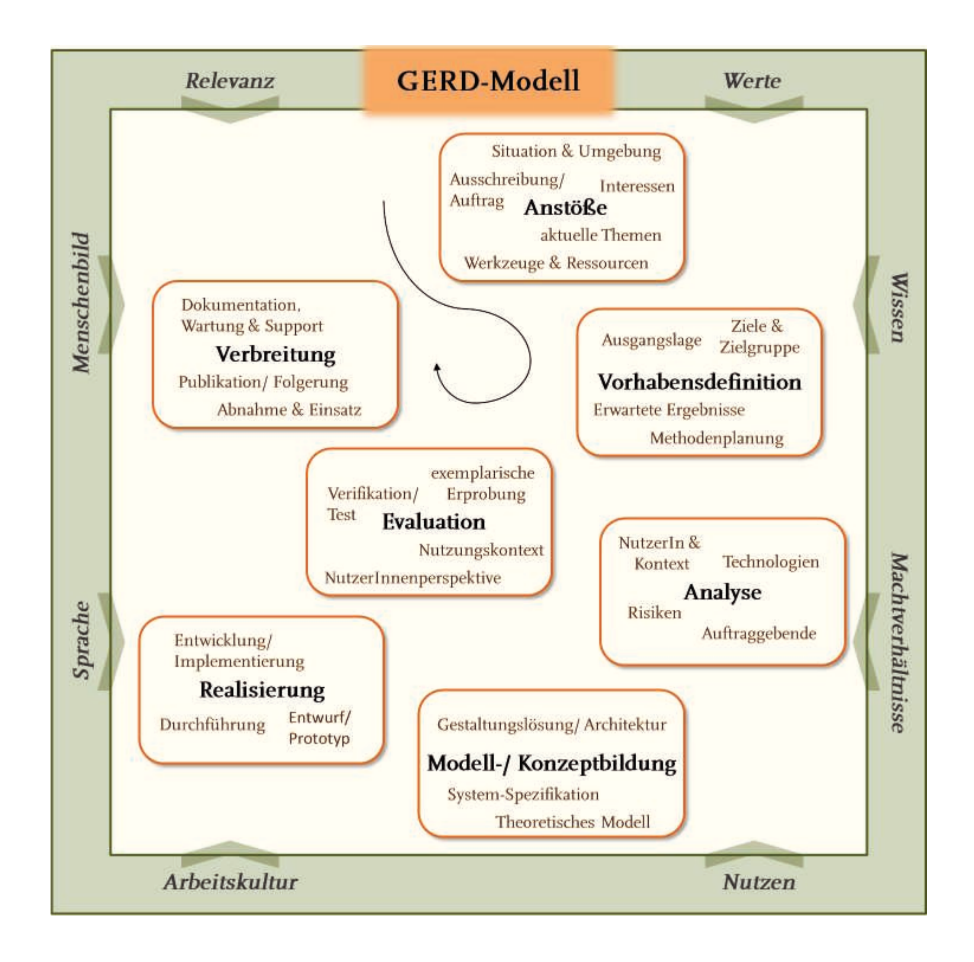


Abbildung: 04.02 Das GERD-Modell:
Informatische Kernprozesse & Gender- und Diversity-Reflexionsaspekte

Abbildung 2 illustriert ein Beispiel für die Anwendung des GERD-Modells: Aus den in Kapitel 4.2 unter den einzelnen Reflexionsbereichen aufgeführten Fragenkatalogen wird für jede der exemplarisch aufgeführten Teilaufgaben der Kernprozesse wiederum eine exemplarische Fragestellung beschrieben, die in dieser Projektphase relevant ist. So kann z.B. der Analyse-Prozess die Teilaufgabe enthalten, die Nutzenden und den Nutzungskontext für das geplante Produkt zu verstehen und zu beschreiben. In diesem Schritt könnten sich Forschende und Entwickelnde die Frage stellen, ob bestimmte Tätigkeiten

der zu analysierenden Zielgruppe in ihrem Anwendungskontext unsichtbar bleiben und daher nicht vom System unterstützt werden. Diese Fragestellung bezieht sich auf den Reflexionsaspekt „Machtverhältnisse“.

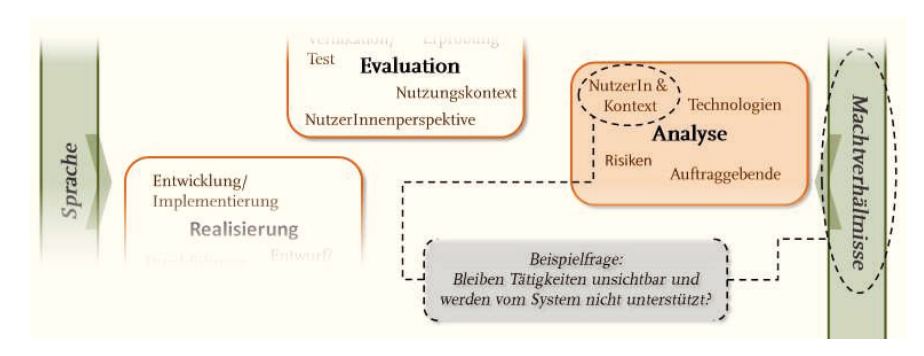


Abbildung: 04.03 Beispielhafte Anwendung des GERD-Modells

Für jede dieser an eine Teilaufgabe angeknüpften Fragestellungen wird ein Beispiel beschrieben. Diese Beispiele stammen aus der Literatur oder aus Interviews mit Fachexpertinnen und -experten. Sie illustrieren, wie in Projekten Gender- und Diversity-Fragestellungen berücksichtigt wurden oder welche Effekte eine Nicht-Berücksichtigung hatte. So wäre die folgende Studie ein Beispiel für die Frage nach unsichtbaren Tätigkeiten: Anne-Jorunn Berg zeigt in ihren Analysen am Beispiel der Smart House-Technologie, wie die Vernachlässigung der Haus- und Reproduktionsarbeit zu eingeschränkten technologischen Realisierungen führt. Sie zeigt auf, dass die Entstehung des intelligenten Hauses meist von technologischem Spieltrieb geprägt ist und nicht von den Bedarfen, die sich aus unterschiedlichen Lebensrealitäten und Tätigkeiten im Haus speisen (Berg 1999). Das GERD-Modell regt an zu Fragen wie: „Gehe ich in meiner Forschung oder Entwicklung von jungen, gesunden, berufstätigen Menschen aus, die ihr Zuhause zur Entspannung nutzen?“ „Bedenke ich unterschiedliche körperliche Befähigungen?“ „Welche Lebensmodelle bestimmen das Hausszenario: Singles, Wohngemeinschaften, Kleinfamilien, Mehrgenerationenhäuser?“ Zudem helfen Forschungen zu geschlechtsspezifischer Arbeitsteilung blinde Flecken sichtbar zu machen.

Im Anhang wird eine Liste der für die jeweilige Phase eines informatischen Vorhabens relevanten Gender- und Diversity-Fragestellungen bereitgestellt. Auf diese Weise stellt das Modell Forschenden und Entwickelnden für jede Projektphase relevante Gender- und Diversity-Anknüpfungspunkte bereit, auf die sie zum jeweiligen Zeitpunkt zurückgreifen können, um ihre Inhalte und ihr Vorgehen anzureichern.

4.3.1 Anstöße

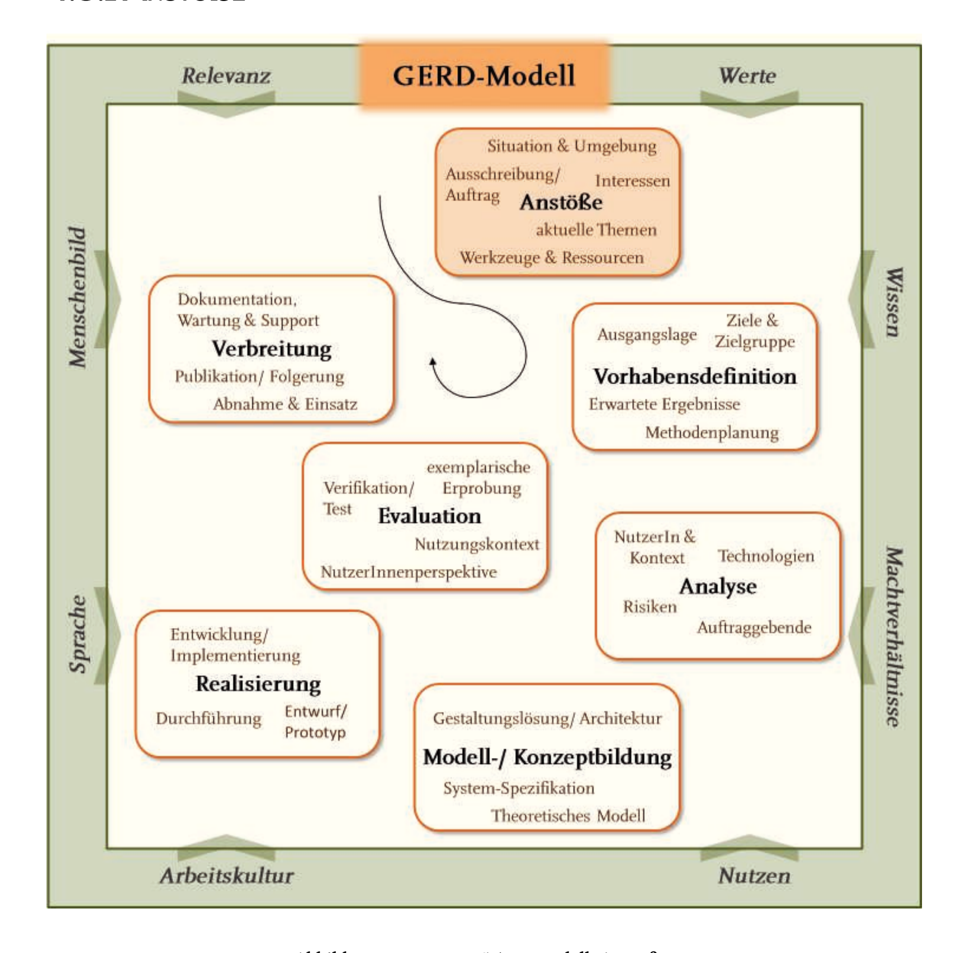


Abbildung: 04.04 Das GERD-Modell: Anstöße

Als erste Projektphase verstehen wir innerhalb des GERD-Modells die ‚Projektanstöße'. Die (Denk-)Anstöße, die zur Initiierung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben führen, zu benennen, stellt eine erste wichtige Intervention in die herkömmliche Vorgehensweise dar. In gängigen informatischen Vorgehensmodellen bleibt diese Phase zumeist unsichtbar. Sie wird in der Regel nicht explizit beschrieben und kann somit auch nicht für Reflexionen geöffnet werden. Die Motivation für das Vorhaben und die Annahmen, die ihm zugrunde liegen, schaffen jedoch die Basis für neue

Projektideen. Eine Sensibilisierung für Gender- und Diversity-Aspekte kann hier dabei helfen, z. B. gesellschaftliche Randthemen ins Zentrum zu rücken oder bei bestehenden Themen neue Fragestellungen zu entdecken. Die Anstöße, die dazu führen, ein Projekt zu initiieren, können beispielsweise durch (persönliche) Interessen oder Erlebnisse, aktuelle (gesellschaftliche) Themen, bestimmte Situationen oder Umgebungen sowie gewisse Werkzeuge oder vorhandene Ressourcen und Aufträge bzw. Forschungsausschreibungen veranlasst sein.

Interessen

Persönliche individuelle oder mit anderen Personen geteilte Interessen oder Erlebnisse können den Antrieb für neue Vorhaben bilden und beispielsweise privater, ökonomischer, sozialer oder ökologischer Natur sein. Die Interessen beteiligter Personen und Unternehmen bzw. Institutionen sollten reflektiert und ihre Wirkung auf die Beteiligten und das Produkt gegeneinander abgewogen werden. Eine Gender- und Diversity-Perspektive kann hier beispielsweise dazu dienen, marginalisierte Interessengruppen ins Zentrum zu rücken oder auch einander widerstrebende Interessen, z. B. entlang der Macht- und Hierarchieverhältnisse, sichtbar zu machen.

Die Phase der Anstöße → Interessen → Beispielfrage:

Wessen Interessen werden bisher im Forschungsgebiet nicht oder nur unzureichend berücksichtigt? (Reflexionsaspekte: die Relevanz und das Menschenbild)

> Das Masterprojekt „WuppDi!" im Fachbereich Informatik der Universität Bremen beschäftigte sich mit computergestützten Bewegungsspielen zur Unterstützung der Therapie von Parkinson-Erkrankten. Die Projektidee im Rahmen von „Serious Games" entstand aus der persönlichen Motivation eines Studenten, dessen Familienmitglied an Parkinson erkrankt ist. Mit dem Spiel sollten Parkinson-Erkrankte zum Training zu Hause bewegt werden, wofür vielen die Motivation fehlt (Assad et al. 2011). Mit dem Thema behandelte das Projektteam eine absolute Forschungslücke und erreichte neben einer großen Öffentlichkeitswirksamkeit mit spannenden Kooperationen (z. B. mit der Deutschen Parkinson Vereinigung), dass ein Folgeprojekt gefördert wurde. Das Projekt zeigt, wie persönliche Interessen vorhandene Technologien erweitern können und dass bisherige computergestützte Bewegungsspiele von einem gesunden, uneingeschränkt beweglichen Menschen ausgehen, während Menschen mit besonderen Bedürfnissen oder Befähigungen häufig nicht bedacht werden.

Aktuelle Themen

Aktuelle technische, gesellschaftliche, ökologische und weitere Themen, Trends und Ereignisse spiegeln gegenwärtige Bedarfe und Interessen wider und fließen häufig auch in Aufträge sowie Ausschreibungen von Projektförderinstitutionen ein. Eine Analyse dessen, was aktuell diskutiert und öffentlich als wichtig erachtet wird, kann neue Projektideen hervorbringen und neue Bereiche für die Technologieentwicklung eröffnen.

Die Phase der Anstöße → Aktuelle Themen → Beispielfragen:

Was ist für wen ein wichtiges Thema und warum? Wie fließen gesellschaftliche Trends, Themen in den Medien, politische Ereignisse, aber auch persönliche Erlebnisse ein? (Reflexionsaspekt: die Relevanz)

> Rachuy et al. haben ein Sturzerkennungssystem auf der Basis von Ultraschall- und Piezosensoren entwickelt. Es erkennt Stürze im Badezimmer und geht von der Annahme aus, das Nutzende im Badezimmer ein ansonsten am Körper getragenes Notrufsystem ablegen. Die Autoren und Autorinnen greifen das in Politik und Forschung aktuell diskutierte Thema des demografischen Wandels auf und erproben Technologien für autonomes Wohnen im Alter. Das System wurde als Prototyp in einer Musterwohnung der Bremer Heimstiftung eingebaut (Rachuy u. a. 2013).

Situation und Umgebung

Neue Ideen können auch durch persönliche und wahrgenommene Situationen angeregt werden, in denen Schlüsselfaktoren räumlich (z. B. durch die Lautstärke, die Licht- und Wetterverhältnisse, mobile und stationäre Szenarien), zeitlich (z. B. durch die Verfügbarkeit von Zeit, die Tatsache, ob der Zeitpunkt passt oder nicht), ökonomisch (z. B. durch die Handlungsmöglichkeiten, die Ressourcen, die Trends), sozial (z. B. durch Einzel- oder Gruppensituationen, die sozialen Umstände) oder individuell (z. B. durch organisationale, äußere und innere Gegebenheiten) bedingt sein können. Auch die Beachtung äußerer Umstände, wie den Ort (z. B. das Land, die Region, die Tatsache, ob Situationen drinnen oder draußen stattfinden), den Raum (z. B. die Infrastruktur, die Entfernung, die Größe) und umgebende Objekte und Subjekte (z. B. Hindernisse, Hilfen) können Projektüberlegungen bereichern. Eine aufmerksame Betrachtung anwendungsbezogener und aktueller Verhältnisse unter Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten ist zu empfehlen.

Die Phase der Anstöße → Situation und Umgebung →Beispielfrage:

Ein ähnlicher oder sogar der gleiche Kontext oder Ort kann sich für unterschiedliche Personen auch ganz unterschiedlich darstellen. Wird dies im System berücksichtigt? (Reflexionsaspekte: die Relevanz und das Menschenbild)

> Im Interview berichtet ein Professor von einem Projektantrag, der durch das Zusammenspiel von unterschiedlichen persönlichen, räumlichen, ortsbezogenen und ökonomischen Faktoren bezüglich seiner Situation und Umgebung zustande kam. Motiviert durch die eigene Lebenssituation ging es darum, besonders für Ältere und Beeinträchtigte im ländlichen Raum eine bessere Infrastruktur zu schaffen und so der körperlich sowie örtlich bedingten eingeschränkten Mobilität entgegenzuwirken. Transferfahrzeuge (z. B. Postwagen), die phasenweise leer unterwegs sind, sollen durch ein mobiles System ortbar und für die Beförderung von Personen nutzbar gemacht werden (Rödiger 2011). Das Beispiel zeigt, wie sich das Leben auf dem Land – je nach möglicher Mobilität oder körperlicher Befähigung, aber auch abhängig von Ressourcen, wie einem eigenen Auto einschließlich eines Führerscheins – unterschiedlich gestalten kann und welche Potenziale und Herausforderungen dies für die Entwicklung von Unterstützungssystemen birgt.

Werkzeuge und Ressourcen

Neue Technologien, Methoden oder technische Features können Anlass geben, ein Projekt zu konstruieren, um sie für bestimmte Kontexte bzw. in bestimmten Kontexten zu erproben. Aber auch unterschiedliche Bereiche der Lebenswelt, für die noch keine technische Unterstützung existiert oder in denen die bestehenden Werkzeuge Lücken aufweisen bzw. ungelöste Herausforderungen in sich tragen, können Anlass für neue Projektideen geben. Eine Reflexion über den Nutzen, die Reichweite und den Kontext des Einsatzes der Werkzeuge sowie auch über die Mittel selbst soll angeregt werden. Auch bestehende Hard- oder Software, Konzepte, Fragestellungen und Kontakte aus vorherigen Vorhaben bieten die Gelegenheit, Durchgeführtes neu zu reflektieren und unter Gender- und Diversity-Aspekten tiefer gehend zu untersuchen. Aus dem erweiterten Wissen können neue Projektideen begründet werden.

Die Phase der Anstöße → Werkzeuge und Ressourcen →Beispielfragen:

Von welchem künftigen Nutzer/welcher künftigen Nutzerin der vorhandenen Ressource wurde in vorherigen Projekten ausgegangen? Lässt sich diese Nutzungsgruppe erweitern, insbesondere unter Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten? (Reflexionsaspekte: die Nutzung und das Menschenbild)

> Sind die bisherigen Arbeitsmittel oder Technologien für alle Beteiligten gleichermaßen gut nutzbar? Wo liegen die Grenzen der Nutzbarkeit bzw. der Nutzung? (Reflexionsaspekt: der Nutzen)
>
> In einem Interview legt eine Professorin einen Projektentwurf dar, in dem aus früheren Vorhaben vorhandene Hardware – ein Armband für ältere Menschen zur Überwachung von physiologischen Daten – wiederverwendet und für die Messung von Stress am Arbeitsplatz exploriert werden sollte (Schill 2011). Zudem wurde im Projekt „WuppDi!“ bestehende Technologie für Motion-Based Games (WiiTM) verwendet und für die Anforderungen einer Zielgruppe erweitert, für die die bestehenden Werkzeuge erhebliche Lücken aufwiesen, nämlich für Parkinson-Erkrankte (Assad et al. 2011). Die Anwendung wurde also unter Berücksichtigung des Gender- und Diversity-Aspekts der körperlichen Befähigung neu ausgerichtet.

Ausschreibung/Auftrag

Auch externe Ausschreibungen (z. B. von Förderinnen und Förderern) oder Aufträge (potentieller Kundinnen/Kunden) geben häufig Anstoß bzw. Gelegenheit zur Ausformung neuer Vorhaben. Besonders hier sind innovative Konzepte und die Berücksichtigung vielseitiger Faktoren zur Qualitätssteigerung von Bedeutung und geben häufig den Ausschlag für die Annahme oder Ablehnung des Vorschlages.

Die Phase der Anstöße → Ausschreibung/Auftrag → Beispielfragen:

Können Gender- und Diversity-Aspekte dazu genutzt werden, eine bestehende Ausschreibung oder einen Auftrag zu erweitern? Inwiefern eröffnen Gender- und Diversity-Aspekte neue Perspektiven? (Reflexionsaspekt: das Wissen)

> Die Europäische Akademie für Frauen in Politik und Wirtschaft (EAF)[1] kooperierte von 2008 bis 2011 mit fünf großen Unternehmen im Rahmen des Projektes „Gender und Diversity in Innovationsprozessen“. Das Projekt wurde im Schwerpunkt „Innovationsstrategien jenseits traditionellen Managements”[2] des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und zeigt das Innovationspotenzial der Gender und Diversity Studies in der Anwendung. Als Teil dieses Projektverbunds führte die Arbeitsgruppe SoteG der Universität Bremen in Kooperation mit IBM® das Vorhaben „LinDi: Linux Arbeitsplätze erfolgreich einführen! Usability und Diversity im Fokus“[3]durch. Dieses kann als exemplarisches Projekt dafür dienen, wie Gender- und Diversity-Aspekte Gestaltungs- und Organisationsprozesse für alle erleichtern und handhabbarer machen können. Ausgangsfragestellung des Projektes war, wie es großen Organisationen gelingen kann, die PCs ihrer Angestellten erfolgreich auf das Betriebssystem Linux umzustellen. Es wurde der Frage nachgegangen, ob stark heterogene Belegschaften andere Anforderungen an die Migration stellen als eine homogene Belegschaft. Im Rahmen einer explorativen empirischen Studie wurden Angestellte verschiedener Organisationen befragt, die den Umstellungsprozess auf unterschiedlichen Hierarchieebenen miterlebt haben oder die sich derzeit noch in der Umstellung auf Linux am Arbeitsplatz befinden. In der Gegenüberstellung der Ergebnisse aus Einzelinterviews (mit IT-Leitern/IT-Leiterinnen), Beobachtungsinterviews (mit Endnutzenden) und Fokusgruppen (mit Fachvorgesetzten) werden die unterschiedlichen Bedürfnisse dieser Ebenen sichtbar sowie „Best Practices“ und „Dos and Don’ts“ im Umstellungsprozess beschreibbar. Als zentrales Ergebnis stellte sich heraus, dass der Fokus auf Diversity es ermöglicht, Sensibilität für die unterschiedlichen Bedarfe von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu entwickeln und auch Aufgabenbereiche zu beleuchten, die häufig wenig Beachtung finden. Problemen und Schwierigkeiten von Benutzerinnen und Benutzern, die für das Scheitern einer Softwaremigration häufig ausschlaggebend sind, kann dadurch entgegengewirkt werden. Als praktisches Ergebnis enthält der vorliegende Bericht einen umfassenden Katalog mit Maßnahmen, die bei einer diversitätsorientierten Softwaremigration zum Einsatz kommen können. Das Beispiel des Projektes zeigt, wie sich auch – oder gerade – ein komplexes Verständnis sozialer Kategorien gewinnbringend in Unternehmen einsetzen lässt.

1 http://www.eaf-berlin.de/

2 http://www.bmbf.de/foerderungen/7546.php

3 http://www.informatik.uni-bremen.de/soteg/data/files/149/lindi_endbericht.pdf

Reflexionskatalog zur Phase der Anstöße

Relevanz

- Wessen Interessen nimmt die Forschung wahr?
- Was gilt wem als wichtiges Thema und warum?
- Wie fließen gesellschaftliche Trends, Themen in den Medien, persönliche Erlebnisse in die Forschung ein?
- Welche Auswirkungen haben die Sponsoren/Sponsorinnen auf das Vorhaben?
- Welche Interessengruppen lassen sich identifizieren?
- Gibt es miteinander in Konflikt stehende Interessen? Z. B. zwischen Auftraggebenden, Firmen oder Institutionen und denjenigen, die die Technik letztendlich nutzen?
- Wie wird das Verhältnis von ökonomischen Interessen zu Themen wie Ökologie oder Nachhaltigkeit gesetzt? Wie wird mit möglichen Interessenkonflikten umgegangen, z. B. solchen zwischen finanzieller Rendite und sozialer Verantwortung oder Umweltverträglichkeit?
- Welche gesellschaftlichen Bereiche werden wahrgenommen, welche nicht?
- Werden Bereiche und Themen, die traditionell als weiblich verstanden werden, vernachlässigt?
- Kommen Menschen mit besonderen körperlichen und geistigen Befähigungen oder Bedürfnissen als Interessengruppen vor?
- Werden Interessen gesellschaftlich marginalisierter Gruppen, wie z. B. Menschen aus Krisengebieten oder Menschen ohne Obdach, wahrgenommen?
- Unterscheiden die Forschenden oder Entwickelnden zwischen Eigeninteressen, Fremdinteressen und gesellschaftlich-relevanten Interessen oder Themen?

Nutzen

- Wem soll die Forschung nutzen?
- Lassen sich Technikfolgen für bestimmte Interessengruppen abschätzen?
- Wie sind die unterschiedlichen Interessengruppen von der angestrebten technologischen Entwicklung jeweils betroffen?
- Schließen die Technologien bestimmte Bevölkerungsgruppen aus? Wenn ja, welche und warum?

- Auf welche Weise ließe sich die Nutzungsgruppe erweitern? Welche neuen Perspektiven gelangen hierdurch in die Forschung?
- Welche Arbeitsmittel unterstützen welche Personen bisher?
- Sind die bisherigen Arbeitsmittel oder Technologien für alle nutzbar? Wo sind die Grenzen der Nutzbarkeit?
- Gibt es Bereiche, die nicht technisch unterstützt werden können oder sollten? Woran liegt das?
- Gibt es insbesondere Bereiche unsichtbarer Arbeit oder marginalisierter Lebens- und Erfahrungsbereiche, die bisher nicht unterstützt werden?
- Lässt sich bei dem geplanten Vorhaben bereits abschätzen, wer davon profitieren wird, und wer nicht?
- Wie werden sich Arbeits- und Lebenskontext durch das geplante Vorhaben verändern? Wie sind Menschen hiervon unterschiedlich betroffen?
- Wie verändert die Technologie den Nutzungskontext? Welche Folgen hat dies für die Beteiligten?

Wissen

- Welche Art von Wissen erscheint interessant für Forschung und Entwicklung?
  - Alltagswissen
  - Wissen künftiger Nutzender
  - Wissenschaftlich abgesichertes Wissen

Werte

- Wie beeinflussen die unterschiedlichen Interessen und Interessengruppen die Werte, die die Technologie stützt?
- Welchen Raum bietet das Interessenfeld für eine sozial-verantwortliche Technologiegestaltung?
- Wie verzahnen sich Projektinteressen und Werte, Ethik und Politiken der Technologie, z.B. was Themenbereiche angeht wie Privacy und Security; Hierarchien, Verteilung von Arbeit und Produktionsbedingungen; Gleichberechtigung und Teilhabe; Mitgestaltungsmöglichkeiten der Nutzenden; Sustainability, ökologische Verantwortung?
- Sind die bisherigen Arbeitsmittel/Technologien umweltverträglich und ressourcenschonend?

- Wie sind die Produktionsbedingungen der Arbeitsmittel/Artefakte? Wie die der geplanten Technologien und Materialien?

Menschenbild

- Welche Vorannahmen über Geschlecht fließen in das Forschungsfeld mit ein? Wie bestimmen diese das Forschungsfeld? Wie sind sie begründet?
- Welches Verständnis von Gender stützt die Forschung bzw. welchem wird nachgegangen?
- Denke ich Menschen mit Beeinträchtigungen nur mit wenn ich Software genau für diese Zielgruppe entwerfe? Oder ist mir diese Nutzungsgruppe auch bei anderen Projekten bewusst?
- Welche (und wessen) Lebenswelt, welche Alltagszusammenhänge greife ich auf?
- Besteht Sensibilität für unterschiedliche kulturelle, soziale, politische Kontexte?
- An welche Menschen denke ich bei der Forschungskonzeption?
- An welcher Stelle im soziotechnischen Setting steht der Mensch?
- (Wo) werden Grenzen der Unterstützung des Menschen durch technologische Systeme gesehen? Oder gilt am Ende alles als computerisierbar?
- Entziehen sich bestimmte Bereiche des Menschlichen der Unterstützung durch den Computer bzw. lassen sich bestimmte Themen oder Eigenschaften des Menschen nicht informatisch umsetzen? Wenn ja, welche? Und wie sind diese geschlechtlich codiert?
- Ist das Ziel des Forschungsvorhabens mehr Effizienz für die Firma oder die einzelne Person oder ist das Ziel eine höhere Lebensqualität und Arbeitserleichterung für möglichst viele Personen?

Machtverhältnisse

- Wird bei der Auswahl von Forschungsthemen reflektiert, dass bestimmte Themen eine stärkere Lobby bzw. stärkeren gesellschaftlichen Rückhalt haben als andere?
- Wird reflektiert, dass Macht- und Hierarchisierungsverhältnisse mit sozialen Aspekten, wie z.B. geschlechtspezifischer Arbeitsteilung, equal pay, sozialem Mileu, Herkunft, Bildungschancen u.a., verschränkt sind? Wird transparent gemacht oder darüber nachgedacht, dass sich Zugang zu Technologien, Ressourcen und Arbeitsmitteln wiederum mit diesen sozialen Aspekten verschränkt?

Sprache

- Wie sind Sprache, Beispiele, Szenarien, Repräsentationen, Visualisierungen und Bilder im Forschungsfeld?
- Wird mit Stereotypen gearbeitet oder wird versucht Vielfalt herzustellen und herkömmliche (Geschlechter-) Erzählungen zu durchbrechen?

Arbeitskultur

- Wie sind die eigenen Grundannahmen über Geschlecht, sexuelle Orientierung, Ethnizität und andere soziale Kategorien?
- Wie sind die Grundannahmen diesbezüglich der Arbeitsgruppe oder der Abteilung im Unternehmen?
- Gibt es eine offene Arbeitskultur, die Vielfalt im Bezug auf Herkunft, sexuelle Orientierung und andere äußere und innere Faktoren, wie z.B. Religion, Kleidung, Familie/Elternschaft, erlaubt?
- Besteht Gender und Diversity Trainingsbedarf?
- Werden soziale Faktoren und ihr Einfluss auf die Arbeitskultur als wichtig erachtet?
- Lassen sich besondere persönliche Situationen, z.B. Elternschaft, Pflege Angehöriger, besondere körperliche Befähigungen, mit der Arbeit in Einklang bringen?
- Wie werden Positionen besetzt?
- Werden Vorträge, Konferenzen, Workshops o. Ä. möglichst vielfältig besetzt?
- Falls die eigene Arbeitsgruppe hauptsächlich aus Männern besteht, wird versucht dies auszugleichen? Wenn ja, wie?
- Wird geschlechtergerechte und nicht-diskriminierende Sprache verwendet? Hiermit ist auch gemeint, dass keine homophoben Witze gemacht werden und Rassismen und Sexismen, oder auch behindertenfeindliche Ausdrücke Platz finden.
- Wie werden Entscheidungen z.B. im Unternehmen, am Arbeitsplatz und in Arbeitsprozessen getroffen? Wie wirken sich Macht- und Hierarchieverhältnisse auf Arbeitsprozesse aus?
- Welches Mitspracherecht haben Angestellte?

4.3.2 Vorhabensdefinition

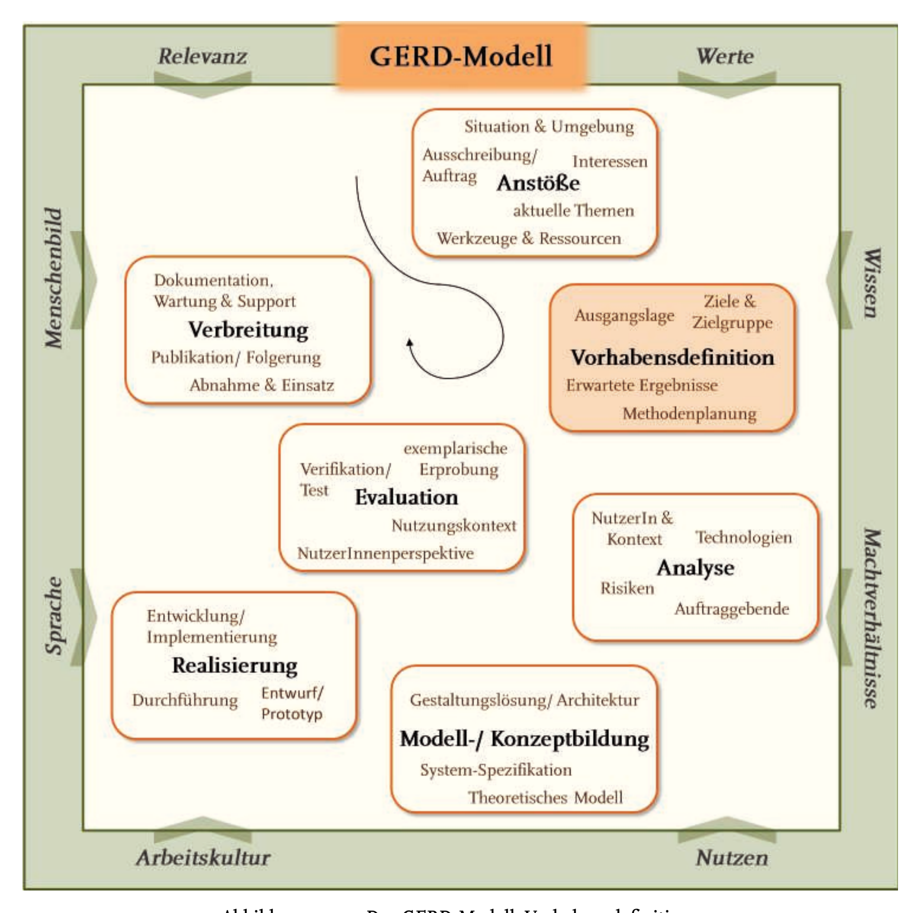


Abbildung: 04.05 Das GERD-Modell: Vorhabensdefinition

In Anknüpfung an die Phase der Anstöße (Abschnitt 4.3.1) für ein neues Vorhaben umfasst der Prozess der Vorhabensdefinition die „Festlegung der Aufgabenstellung und des Durchführungsrahmens eines Projektes" (DIN 69901:2009-01 2009). Darin wird eine Bedarfslage erklärt und eine Lösung dieser Bedarfslage ausgeformt sowie das Vorhaben von anderen Projekten abgegrenzt. Eine nachträgliche Überarbeitung der skizzierten Rahmenparameter kann entsprechend den Ergebnissen der Analysephase (Abschnitt 4.3.3) im nächsten Schritt vorgenommen werden. Die in der Phase der Anstöße formulierten Forschungsinteressen müssen nun konkretisiert

und übersetzt werden, um das Vorhaben handhabbar zu machen. Bezüglich der Gender- und Diversity-Aspekte wird hier interessant, welche der „Anstöße" sich im Vorhaben letztendlich konkretisieren. In der Vorhabensdefinition kann es beispielsweise darum gehen, erwartete Ergebnisse und die Ausgangslage für das Vorhaben zu beschreiben sowie zu verwendende Methoden zu planen und die Ziele und Zielgruppe/-n zu definieren.

Ausgangslage

Die Ausgangslage umfasst z. B. die zu deckenden Bedarfe, die Herausforderungen und die Lücken auf verschiedenen Ebenen (beispielsweise der Organisation, der Nutzenden, der Disziplin und der Technik) sowie Rechercheergebnisse zu bestehenden Ansätzen. Diese Faktoren legen den Grundstein für die Ist-Analyse im nächsten Schritt. Gender- und Diversity-Fragestellungen können hier wesentlich dazu beitragen, ein vielfältiges und realistisches Bild zu erstellen.

Die Phase der Vorhabensdefinition → Ausgangslage → Beispielfrage:

Welches Menschenbild bestimmt das Forschungsfeld? (Reflexionsaspekt: das Menschenbild)

> Unterschiedliche Forschungsbereiche der Informatik sind oftmals durch ein bestimmtes Bild vom Menschen geprägt (vgl. Kapitel 3): Beispielsweise wird der Mensch im Bereich „Informationssicherheit" im Allgemeinen als schutzbedürftig oder bedrohlich betrachtet (vgl. Abschnitt 3.1.1). In der KI gilt er wesentlich als Modell für die Gestaltung von Technik (vgl. Abschnitt 3.1.2) und im Forschungsbereich „DMI" steht der handelnde Umgang des Menschen mit Informationstechnik im Zentrum der Betrachtungen (vgl. Abschnitt 3.1.3). Eine Reflexion darüber, welche Zuschreibungen in diesen Bildern gemacht werden, in welche Richtung sie sich erweitern lassen und welche Konsequenzen das für die Technik hat, kann zu neuen Sichtweisen, Fragestellungen und Konzepten führen. Beispielsweise führte die Erweiterung der Betrachtung des Menschen im Bereich „Informationssicherheit" um Faktoren, die seinen handelnden Umgang mit Technik betreffen, zu einem neuen Forschungsbereich – der Usable Security (Fischer-Hübner et al. 2011).

Ziele und Zielgruppe

Des Weiteren werden die konkreten (technischen, sozialen, wirtschaftlichen usw.) Ziele definiert, die das Vorhaben erreichen soll, bzw. der Nutzen, den

das Produkt stiften soll, sowie eine Zielgruppe, die das Produkt ansprechen soll. Ein breit gefächertes Bild von der Zielgruppe und auch die Reflexion über die bisherige Forschung bzw. die Übertragung bisheriger Forschung oder Anwendungen auf andere Zielgruppen kann zu neuen Erkenntnissen führen.

Die Phase der Vorhabensdefinition → Ziele und Zielgruppe → Beispielfragen:

Welche Personen habe ich mit der Zielgruppe im Blick? Wie koppeln sich Zieldefinitionen und Zielgruppe aneinander an? Gibt es Personengruppen und somit Bedarfe, die unsichtbar bleiben? (Reflexionsaspekte: der Nutzen und das Menschenbild)

> Im Rahmen von „Smart Homes“ werden häufig Assistenzsysteme für ältere Menschen mit dem Ziel entwickelt, sie bei der selbständigen Erledigung von Alltagsaufgaben zu unterstützen. Hwang et al. (2012) nehmen einen erweiterten Blickwickel auf Assistenzsysteme ein und erklären die Notwendigkeit, pflegende Angehörige und ihre Bedarfe in die Forschung einzubeziehen, da sie bislang kaum Aufmerksamkeit erfahren haben. Hwang et al. betrachten pflegende Angehörige als zentrale Nutzende, die die Technik anschaffen und einrichten sowie ausschlaggebend sind für die Zufriedenheit der Endnutzerinnen und -nutzer, die Anpassung der Technik als auch ihre Akzeptanz (2012). Das Beispiel zeigt das Ineinandergreifen von technischem System und sozialer Welt. Im Besonderen gerät hier ein Arbeitsbereich in den Mittelpunkt, der häufig unsichtbar bleibt (Kumbruck 2001), nämlich der der informellen Pflegearbeit. Diese Arbeit ist, ähnlich wie andere reproduktive Tätigkeiten, zumeist unbezahlt und wird häufig von Frauen geleistet. Es handelt sich nicht um die Haupttätigkeit, sondern die Pflegearbeit muss mit dem Alltag und der Erwerbsarbeit koordiniert werden. Die Pflegenden haben in den meisten Fällen keine Ausbildung für diesen Arbeitsbereich. Beachtenswert ist hier zudem das familiäre Setting mit seinen besonderen interpersonellen Dynamiken. Durch diese besondere Perspektive wird eine Nische mit vielseitigen Anforderungen sichtbar, für die es bisher keine technische Unterstützung gab.

Erwartete Ergebnisse

Aus den Anstößen während der Vorhabensdefinition oder auch im Laufe des Projektes können sich Hypothesen bzw. erwartete Ergebnisse herauskristallisieren, die durch das Vorhaben überprüft bzw. erzielt werden sollen. Das Überdenken bestehender Annahmen zu verschiedenen Zeitpunkten im Projekt kann jedoch neue und unerwartete Blickwinkel eröffnen.

Die Phase der Vorhabensdefinition → Erwartete Ergebnisse → Beispielfragen:

Bietet das Projekt Raum für unerwartete Perspektiven? Lässt die Zieldefinition Raum für unvorhergesehene Ergebnisse? (Reflexionsaspekte: der Nutzen und das Menschenbild)

> In der Arbeitsgruppe „Kognitive Neuroinformatik“ der Universität Bremen wurden Anforderungen an Sturzerkennungssysteme erhoben. Die Forschenden gingen von der Annahme aus, dass die Auswertung abstrahierter Kamerabilder im Badezimmer keine Option sei. Die Befragung von Betroffenen ergab jedoch, dass sie aufgrund von negativen Sturzerfahrungen in diesem Punkt weniger sensibel waren und dass für sie nach der Entscheidung für ein Sturzerkennungssystem die Technik selbst zweitrangig war (Schill 2011). Letztendlich wurden aber Ultraschall- und Piezosensoren als mögliche Technik zur Sturzerkennung exploriert (Rachuy et al. 2013). Hier wird deutlich, wie wichtig es ist, Nutzende in die Forschung real einzubeziehen und keine vorgefertigten Aussagen über den Kontext der Nutzung zu treffen. Die landläufige Meinung, dass eine Kamera in privaten Bereichen als übergriffig erlebt wird, ist sicher nachvollziehbar, tritt aber hier in den Hintergrund. Forschende sollten dennoch besondere Sensibilität zeigen, wenn es um solche körperbezogenen Technologien geht, die unter Umständen auch Biodaten erheben. Hier ist auch von Interesse, wie diese Daten verwendet und gespeichert werden.

Methodenplanung

Abhängig von den definierten Zielen, den erwarteten Ergebnissen und der Zielgruppe gilt es zu planen und zu analysieren, wie das zuvor beschriebene Vorhaben angemessen und realistisch angegangen werden kann bzw. mit Hilfe welcher Methoden die benötigten Faktoren erfasst und die Ziele erreicht werden sollen. Ein Vorgehensplan wird erstellt. Dabei können auch Methoden aus anderen Disziplinen für die Informatik erprobt werden.

Die Phase der Vorhabensdefinition → Methodenplanung →Beispielfrage:

Entscheide ich mich für Methoden, die eine Anknüpfung an die Lebens- und Arbeitswelt der Nutzenden erleichtern? (Reflexionsaspekte: der Nutzen, das Menschenbild, die Machtverhältnisse und das Wissen)

> Die Sekretariatskräfte der Universität Bremen arbeiten über den Campus verteilt häufig an ähnlichen Aufgaben – an einer zielgerichteten Vernetzung und Möglichkeiten zum Austausch fehlte es jedoch. So entstand zum einen die Interessengruppe „Sekretariat-Assistenz-

Netzwerk (S-A-N)", aber bald auch der Wunsch, diese Interessen durch eine technische Plattform zu unterstützen. Im Vordergrund der technischen Realisation stand, dass die Kommunikationsplattform nicht nur online für alle verfügbar ist, sondern sie tatsächlich auch genutzt wird. Zentral für den Entwicklungsprozess war daher, möglichst viele der künftigen Nutzer/-innen von Anfang an aktiv in den Entwicklungsprozess einzubeziehen. Das Projekt orientierte sich an Methoden des partizipativen Designs (Bratteteig et al. 1995; Jesper et al. 2013). Dies ermöglicht, das spezifische Wissen der Beteiligten, ihren Arbeitskontext und ihre besonderen Bedarfe zu erfassen und in der Systemgestaltung umzusetzen. Einseitige Zuschreibungen, wie die der technischen Expertin (bzw. des technischen Experten) und der technikfernen Laiin (bzw. des technikfernen Laien) können so vermieden werden. Das Verfahren wirkt auch einer Stereotypisierung der Nutzenden entgegen. Die Techniker/-innen des Projektes arbeiteten nicht mit ihrer Vorstellung davon, was Sekretäre/Sekretärinnen leisten, sondern die Sekretariatskräfte konnten selbst aus ihrer Expertise heraus berichten.

Im S-A-N-Projekt wurden die künftigen Nutzer/-innen sehr früh mit einem Prototyp konfrontiert, welcher in Entwicklungs- und Schulungsworkshops schrittweise an die Bedürfnisse der Netzwerker/-innen angepasst wurde: „Das Prinzip der Gestaltungsoffenheit bezieht sich zunächst auf den Entwicklungsprozess selbst und den Grundsatz, den Teilnehmenden in allen Entwicklungsphasen maßgeblichen Einfluss auf die Weiterentwicklung des Prototypen zu ermöglichen. Die intensive, prozessbegleitende Einbindung der S-A-N-Aktivistinnen und -Aktivisten begünstigte den positiven Bezug zur Plattform und damit die Bereitschaft, diese auch später aktiv zu nutzen" (Schelhowe et al. 2005).

Reflexionskatalog zur Phase der Vorhabensdefinition

Relevanz der Forschung

- Wie werden bisher Prioritäten im Forschungsfeld gesetzt?
- Welche gesellschaftlichen Bereiche werden/wurden bislang vernachlässigt?
- Wie wird mit gesellschaftlich marginalisierten Themen umgegangen?
- Werden Bereiche und Themen, die traditionell als weiblich verstanden werden, vernachlässigt?

- Wie steht es mit Themenbereichen zur oder Anforderungen aus der Beschäftigung mit Menschen mit besonderen körperlichen Befähigungen oder Bedürfnissen (z. B. durch Krankheiten, Behinderungen)?
- Wessen Interessen nimmt das Forschungsvorhaben nun konkret wahr?
- Ein ähnlicher oder sogar der gleiche Kontext oder der gleiche Ort kann sich für unterschiedliche Personen auch ganz unterschiedlich darstellen. Wird dies berücksichtigt?
- Wie bettet sich das Vorhaben in den Kontext ein? Wie wird es ihn verändern? Was bedeutet das für unterschiedliche Beteiligte?

Nutzen

- Welche speziellen Zielgruppen sollen bedient werden?
- Lassen sich Technikfolgen für unterschiedliche Nutzungsgruppen abschätzen?
- Schließen die Technologien bestimmte Bevölkerungsgruppen aus? Wenn ja, welche und warum?
- Wie lassen sich Zielgruppen erweitern und beteiligen?

Wissen

- Welche Art von Wissen und wessen Wissen, z. B. Alltagswissen, das Wissen der Zielgruppe, wissenschaftlich abgesichertes Wissen usw., wird für die Forschung und die Entwicklung genutzt?
- Gibt es Wissensgebiete, die besonders anschlussfähig sind, aber auch solche, die besonders sperrig erscheinen?
- Wo werden die Grenzen informatisch ausdrückbaren Wissens gesehen? Welches Wissen entzieht sich der Formalisierung? Wie wird mit solchen Grenzbereichen umgegangen?
- Gibt es zu dem Forschungsfeld relevante Arbeiten aus den Gender und Diversity Studies, den Disability Studies, dem Public-Health-Bereich o. Ä.?
- Gibt es Experten/Expertinnen aus anderen Disziplinen, die hinzugezogen werden sollten?
- Wird auch nicht akademisches Wissen herangezogen und für wichtig erachtet?
- Welche Schlüsselkonzepte gibt es in dem Forschungsfeld und was sind dabei wichtige Begriffe? Wie sind diese geschlechtlich codiert? Liegen

hier eventuell schon Annahmen zum Geschlecht und anderen sozialen Kategorien zugrunde?

- Welche wissenstheoretischen Grundlagen bestimmen das Feld? Lassen sich hier aus der Geschlechterperspektive heraus neue Erkenntnisse gewinnen?
- Welche Art von Wissen bestimmt den Kontext der Forschung?
- Wie wird Wissen über den Kontext generiert? Wird das Methodenrepertoire erweitert, z. B. durch wissenschaftliche Arbeiten zum Ort/zur Räumlichkeit/zum Thema/zur Situation oder durch ethnografische Analysen oder durch Befragungen und Interviews?
- Wird lokales Wissen für das Vorhaben genutzt?
- Welche Rolle spielen materiale und physikalische Gegebenheiten?
- Wie ist das Verhältnis von Wissen, welches im Labor gewonnen wird, im Gegensatz zu Wissen im spezifischen Kontext?
- Lässt sich Laborwissen auf realweltliches Wissen übertragen?
- Können die künftigen Nutzenden eigene Ideen zu Arbeitsmitteln oder Werkzeugen oder Verfahren einbringen?
- Gibt es die Möglichkeit, auch Unkonventionelles oder Abseitiges zu integrieren?

Werte

- Welche Werte unterliegen der Technik, z. B. was Themen angeht, wie Privacy und Security, Hierarchien, die Verteilung von Arbeit, Gleichberechtigung und Teilhabe, Mitgestaltungsmöglichkeiten der Nutzenden, ökologische Verantwortung? Wie werden diese reflektiert und konzeptuell in das Vorhaben eingebunden?
- Unterstützt das Projekt den Status quo oder sind Änderungen angestrebt?
- In welchem Verhältnis stehen soziale Faktoren und technische Faktoren zueinander?
- Wie durchschaubar sind die Abläufe im System? Wie viele Möglichkeiten, Änderungen vorzunehmen, haben Nutzende?

Menschenbild

- Wie fächert sich die Kategorie „Geschlecht“ im jeweiligen Gebiet auf? Welche wichtigen interdependenten Variablen gibt es, z. B. den Bildungsstand, die körperliche Befähigung, das Alter, die Kultur,

die Ethnizität und die sexuelle Orientierung? Konkret bedeutet das, Anwendungsgruppen (oder Stichproben) nicht einfach nach Geschlechtern zu trennen, sondern Gruppen in Hinblick auf relevante Variablen zu mischen.

- Welche Vorannahmen zum Geschlecht fließen in das Forschungsfeld mit ein? Wie bestimmen diese das Forschungsfeld? Wie sind sie begründet?
- Welches Verständnis von Gender stützt die Forschung bzw. welchem wird nachgegangen? Einem vielfältigen, von unterschiedlichen Tätigkeiten, Identitäten und Positionierungen in der Welt geprägten Verständnis oder einem simplifizierenden dualistischen Verständnis von Mann vs. Frau, welches die Flexibilität der Kategorie „Gender“ und deren Interaktion mit anderen sozialen Markern außer Acht lässt?
- Werden geschlechtliche Setzungen im Forschungsgebiet mit dem Verweis auf biologische Unterschiede gemacht? Wie wird das wissenschaftlich abgesichert und welche Studien werden herangezogen?
- Bedenke ich Menschen mit Beeinträchtigungen nur dann mit, wenn ich Software genau für diese Zielgruppe entwerfe, oder ist mir diese Nutzungsgruppe auch bei anderen Projekten bewusst?
- Welche (und wessen) Lebenswelt und welche Alltagszusammenhänge greife ich auf?
- Besteht Sensibilität für unterschiedliche kulturelle, soziale und politische Kontexte?
- An welche Menschen denke ich bei der Forschungskonzeption?
- (Wo) Werden Grenzen der Unterstützung des Menschen durch technologische Systeme gesehen?
- Entziehen sich bestimmte Bereiche des Menschlichen der Unterstützung durch den Computer bzw. lassen sich bestimmte Themen oder Eigenschaften des Menschen nicht informatisch umsetzen? Wenn ja, welche? Wie sind diese geschlechtlich codiert?
- Welche Methoden benutze ich? Entscheide ich mich für Methoden, die an die Lebenswelt der Nutzenden anknüpfen und Vielfältigkeit erlauben? Methoden, die sich anbieten, sind z. B. das partizipative Design und ethnographische Verfahren zur Beschreibung der Lebenswelt bzw. des technologischen Kontexts.

Machtverhältnisse

- Stützen die bisherigen Arbeitsmittel/Technologien Hierarchieverhältnisse, die sich häufig entlang sozialer Marker ausbilden, oder helfen sie, diese zu verflachen?
- Welche Machtverhältnisse schreiben sich in den Arbeitsmitteln/Technologien fort?
- Wird reflektiert, dass Macht- und Hierarchisierungsverhältnisse mit sozialen Kategorien verschränkt sind? Stichworte: geschlechtsspezifische Arbeitsteilung, Equal Pay, Behinderungen, das soziale Milieu, die Herkunft, Bildungschancen.
- Der Zugang zu Technologien, Ressourcen und Arbeitsmitteln verschränkt sich wiederum mit oben genannten Punkten. Wird dies transparent gemacht oder darüber nachgedacht?

Sprache, Metapher und Narrationen

- Welche Szenarien bestimmen die Forschung und wie werden diese beschrieben?
- Wie sind die Sprache, Beispiele, Szenarien, Repräsentationen, Visualisierungen und Bilder im Feld?
- Wird mit Stereotypen gearbeitet oder wird versucht, Vielfalt herzustellen und herkömmliche (Geschlechter-)Erzählungen zu durchbrechen?
- Wird bei der Formulierung von Texten, Hypothesen und Fragestellungen darauf geachtet, dass Sprache konstruktiv wirkt und Stereotype den Blick einengen und Forschung verfälschen können?

Arbeitskultur

- Wie sind die eigenen Grundannahmen zum Geschlecht, zur sexuellen Orientierung, zur Ethnizität und zu anderen sozialen Kategorien?
- Wie sind die Grundannahmen diesbezüglich zur Arbeitsgruppe oder zur Abteilung im Unternehmen?
- Gibt es eine offene Arbeitskultur, die Vielfalt in Bezug auf die Herkunft, die sexuelle Orientierung und andere äußere und innere Faktoren, wie z. B. die Religion, die Kleidung und Familie/Elternschaft, erlaubt?
- Besteht Reflexionsbedarf und Gender- und Diversity-Trainingsbedarf?

- Werden soziale Faktoren und ihr Einfluss auf die Arbeitskultur als wichtig erachtet?
- Lassen sich besondere persönliche Situationen, z. B. Elternschaft, die Pflege Angehöriger und besondere körperliche Befähigungen, mit der Arbeit in Einklang bringen?
- Wie werden Positionen besetzt?
- Werden Vorträge, Konferenzen und Workshops möglichst vielfältig besetzt?
- Falls die eigene Arbeitsgruppe hauptsächlich aus Männern besteht: Wird versucht, dies auszugleichen? Und wenn ja, wie?
- Wird geschlechtergerechte und nicht diskriminierende Sprache verwendet? Hiermit ist auch gemeint, dass weder homophobe Witze gemacht werden noch dass für Rassismen und Sexismen oder auch behindertenfeindliche Ausdrücke Platz ist.
- Wie werden Entscheidungen im Unternehmen, am Arbeitsplatz und in Arbeitsprozessen getroffen? Wie wirken sich Macht- und Hierarchieverhältnisse auf Arbeitsprozesse aus?

4.3.3 Analyse

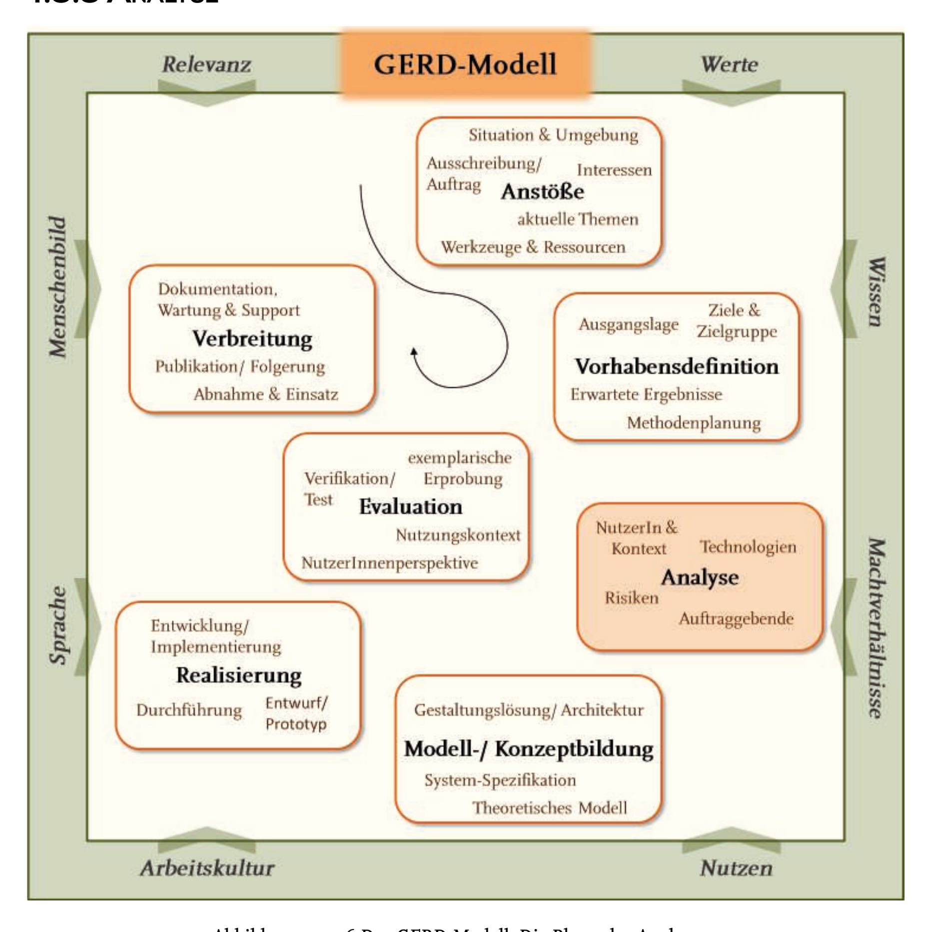


Abbildung: 04.06 Das GERD-Modell: Die Phase der Analyse

Die Ziele der Analysephase sind, die mit dem Produkt verbundenen Anforderungen zu verstehen, mögliche Probleme (z. B. bei der Realisierung, Nutzung, Erhebung usw.) zu identifizieren und die Umsetzbarkeit des definierten Vorhabens zu überprüfen. Diese Anforderungen können sich beispielsweise auf die Nutzenden, den Nutzungskontext, Forderungen der Auftraggebenden sowie auf mögliche Technologien beziehen. Auch die Analyse möglicher Risiken bei der Durchführung des Vorhabens kann einen wichtigen Faktor darstellen. In dieser Phase empfiehlt sich besonders die starke Einbindung von Nutzenden aus der Zielgruppe in den Analyseprozess

(Lazar 2006). Eine an Gender- und Diversity-Aspekten orientierte Perspektive kann hier helfen, Nutzende und den Kontext in ihrer Vielfalt zu erfassen. Am Ende soll eine Entscheidungsgrundlage dafür geschaffen worden sein, welche Faktoren in das daraus resultierende Modell bzw. Konzept zur Umsetzung des Vorhabens einfließen sollen.

Technologien

Teil der Analyse ist zu reflektieren, welche Technologien oder sonstigen Arbeitsmittel in welchem Maße sinnvoll zur Bewältigung des Vorhabens eingesetzt werden können. Dabei sollten unterschiedliche Ebenen ihres Einsatzes (z. B. soziale, ökonomische und zeitliche) bedacht werden

Die Phase der Analyse → Technologien → Beispielfragen:

Gibt es insbesondere Bereiche unsichtbarer Arbeit oder marginalisierter Lebens- und Erfahrungsbereiche, die bisher nicht technisch unterstützt werden? Welche Technologien wären sinnvoll? Welche Bereiche lassen sich technisch nicht oder weniger gut unterstützen? (Reflexionsaspekte: der Nutzen und das Wissen)

> In einer Studie erheben Hwang et al. (2012) Anforderungen an Smart-Home-Technologie für AAL für ältere Menschen aus dem Blickwinkel von pflegenden Angehörigen. Ein Ergebnis ist der Vorschlag, den Formfaktor des technischen Hilfsmittels als benutzerspezifisch zu betrachten, da dieser mit den Erfahrungen, persönlichen Präferenzen und der Bereitschaft der Nutzenden, neue technische Fertigkeiten zu erlernen, verbunden ist. Zudem findet Pflege nicht nur zeitlich begrenzt sowie ortsgebunden statt und wird nicht immer von einer einzelnen Person bewerkstelligt: Pflegende wollen zu ihrer Entlastung und Beruhigung auch außerhalb des „Intelligenten Hauses“ Prozesse kontrollieren und Aufgaben und Informationen zwischen mehreren Beteiligten koordinieren und mit ihnen teilen. Daraus leitet sich die Empfehlung für Entwicklerinnen und Entwickler ab, die Funktion und den Formfaktor voneinander zu entkoppeln und Funktionalitäten sowie Strukturen dahingehend zu entwickeln, dass sie auf unterschiedliche Arten von Endgeräten übertragbar sind und dass Endnutzerinnen und -nutzer Geräte, Modalitäten und Funktionen zur Steuerung von AAL-Systemen entsprechend ihren Bedarfen wählen und mit anderen teilen können (Hwang et al. 2012). Ausgehend von der Zielgruppe macht es Sinn, danach zu fragen, welche Technik die Angehörigen bei der Koordination ihrer informellen Pflegearbeit und anderer Arbeits- und Freizeittätigkeiten besonders gut unterstützen kann. So

stellt sich die Frage, welche Technologien besonders niedrigschwellig an den Alltag der Pflegenden anknüpfen. Welche Geräte oder Dienste werden bereits genutzt? Wird darauf geachtet, plattformübergreifend zu denken und insbesondere auch mobile Technologien zu nutzen? Wie lassen sich geplante Unterstützungen mit bestehenden Systemen oder Diensten verschränken, z. B. Kalendern zur Kinderbetreuungsorganisation?

Nutzende und Kontext

In einem weiteren Teilschritt kann es darum gehen, den Nutzer- und Nutzungskontext zu verstehen und zu beschreiben. Es stellt sich die Frage, wodurch sich die gewählte Zielgruppe auszeichnet und welche Anforderungen sie an das Produkt stellt. Bezüglich des Nutzungskontexts ist zu betrachten, in welchen Umgebungen und Situationen das Produkt zum Einsatz kommen soll und wie dort die Abläufe oder Gegebenheiten sind.

Die Phase der Analyse → Nutzende und Kontext →Beispielfrage:

Bleiben bestimmte Tätigkeiten unsichtbar und werden daher nicht vom System unterstützt? (Reflexionsaspekt: die Machtverhältnisse)

Am Beispiel der Reorganisation der Urlaubsbeantragung in einem Unternehmen zeigte sich, dass bei der Analyse die Bedeutung der Mitwirkung der Sekretariatskraft unsichtbar blieb. Das neue System ersetzte sie bei dem Vorgang, war allerdings fehleranfällig, weil die von Menschen notwendigerweise betriebene „informelle Anpassungsleistung [...] informationstechnisch nur ungenügend abgebildet" wurde (Kumbruck 2001). Sozialwissenschaftliche Forschungen zu geschlechtsspezifischer Arbeitsteilung können helfen, solche bisher nicht repräsentierten Tätigkeiten oder Organisationsbereiche sichtbar zu machen. Bei Bürogebäuden, die ‚intelligente' Technik verwenden, wird z. B. häufig vergessen, dass nicht nur Büroangestellte das Gebäude nutzen, sondern es auch gereinigt wird und auch diese Tätigkeiten unterstützt werden müssen. Außerdem müssen die Räumlichkeiten auch außerhalb der üblichen Geschäftszeiten zugänglich gemacht werden. Das Beispiel der Urlaubsbeantragung verdeutlicht darüber hinaus, wie soziale und kommunikative Aspekte und informelle Organisations- und Koordinationsarbeit nicht als solche erkannt wird.

Auftraggebende

Im Falle eines Kundenauftrags für ein Projekt stellen häufig bereits die Auftraggebenden Forderungen, die es zu analysieren, zu prüfen und ggf. anzureichern gilt.

Die Phase der Analyse → Auftraggebende → Beispielfragen:

Wie lässt sich ein möglichst vielfältiges Bild des Auftrags erstellen? Wer sind die Auftraggebenden und welche Aspekte des Arbeitsfeldes haben sie eventuell nicht im Blick? (Reflexionsaspekte: die Arbeitskultur und die Machtverhältnisse)

Im Studierendenprojekt „FACIL"[1] der Arbeitsgruppe SoteG der Universität Bremen geht es darum, Informationstechnologie für die Gebäudebetriebstechnik (GBT) zu realisieren. Die GBT ist ein Organisationsbereich der Universität Bremen, deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die Wartung und Instandhaltung der Gebäude und dazugehöriger Anlagen zuständig sind. Charakteristisch für die Arbeit der GBT ist, dass sie in vieler Hinsicht und für viele Menschen unbemerkt geleistet wird. Die GBT leistet sogenannte Infrastrukturarbeit. Sie dient dazu, die funktionierende Arbeitsumgebung für andere zu gewährleisten. Eine adäquate technische Unterstützung kann Kommunikations- und Arbeitsabläufe erleichtern. Im Projekt „FACIL" lernen Studierende, unbekannte Arbeitsabläufe zu verstehen, die Bedarfe von Beschäftigten durch genaue Anforderungsanalysen zu ermitteln und durch die Gestaltung von Software bestmöglich darauf einzugehen. Dabei werden ethnografische Verfahren eingesetzt, bei denen die Aufgaben und Ziele der Beschäftigten sowie Behinderungen und Störungen der Arbeit aus Sicht der Arbeitenden im Mittelpunkt stehen. Das Beispiel verdeutlicht, dass – wie auch bei traditionell männlich codierten Tätigkeitsfeldern, wie dem der GBT – Aspekte unsichtbarer Arbeit (vgl. Kumbruck 2001) von Bedeutung sind. Die Diversität und unterschiedlichen Bedürfnisse der Arbeitenden an ihren jeweiligen Arbeitsorten zu erheben, ist zentral und kann sogar die Perspektive derjenigen, die ursprünglich den Auftrag erteilten, erweitern.

Risiken

Teil der Analysephase ist auch die Einschätzung bzw. Identifikation möglicher Risiken des Vorhabens und darin entstehender Abhängigkeiten auf verschiedenen Ebenen. Diese können sich beispielsweise auf finanzielle, personelle, ökologische oder zeitliche Faktoren beziehen.

1 http://www.informatik.uni-bremen.de/soteg/data/files/291/Facil-Master.pdf

Die Phase der Analyse → Risiken → Beispielfrage:

Äußere Faktoren und Gegebenheiten bedeuten für verschiedene Menschen oder Personengruppen auch verschiedene Arten von Betroffenheit durch Technik. Wird ein Gender- und Diversity-Aspekte berücksichtigender Maßstab angesetzt, um herauszuarbeiten, an welcher Stelle welche Technik/welches Arbeitsmittel für wen mit Risiko behaftet sein kann? (Reflexionsaspekte: das Menschenbild und die Machtverhältnisse)

> Als GoogleTM seinen Social-Media-Dienst Google+TM ins Leben rief, koppelte GoogleTM die Nutzung des Dienstes daran, dass Nutzende ihren Klarnamen angeben müssten. Accounts unter Pseudonymen wurden, so ersichtlich, gelöscht. Aufgrund der Proteste von Nutzenden wurde dieser Klarnamenzwang schließlich abgeschafft.[2] Der Protest wurde in verschiedenen Variationen begründet, u. a. wie folgt:
>
> *„Wir sind uns darüber im Klaren, dass Pseudonymität nicht für jedermann Alltagsrelevanz aufweist. Sie erfüllt jedoch wichtige Schutzfunktionen: Menschen mit privaten Problemen aller Art, die sie nicht unter ihrem gesetzlichen Namen schriftlich besprechen können, sowie Personen des öffentlichen Lebens, die nicht immer öffentlich sein wollen, nutzen die Pseudonymität gleichermaßen wie Kinder, Lehrer/-innen und politische Akteure/Akteurinnen. Wir glauben zudem, dass in der weiteren konzeptionellen Entwicklung des Netzes auch und gerade der Schutz von Minderheiten und politisch Andersdenkenden, die sich nicht so frei wie wir artikulieren können, als maßgeblich herausstellen wird. Wenn die moderne Demokratie im Geiste Alexander Hamiltons den Schutz von Minderheiten vor Übergriffen der Mehrheit als ihren Kern definiert hat, dann sollten wir das Internet als Errungenschaft unserer demokratischen Gesellschaften nicht dahinter zurückfallen lassen.“*[3]

Reflexionskatalog zur Phase der Analyse

Nutzen

- Welche Arbeitsmittel unterstützen welche Personen bisher?
- Sind die bisherigen Arbeitsmittel oder Technologien für alle nutzbar? Wo sind die Grenzen der Nutzbarkeit?

2 http://www.sueddeutsche.de/digital/soziales-netzwerk-google-plus-schafft-klarnamen-zwang-ab-1.1169382

3 https://netzpolitik.org/2011/pseudonymitatsdebatte-offener-brief-an-google/

- Gibt es Bereiche, die nicht technisch unterstützt werden können oder sollten?
- Gibt es insbesondere Bereiche unsichtbarer Arbeit oder marginalisierter Lebens- und Erfahrungsbereiche, die bisher nicht unterstützt werden?
- Werden Nutzende, aber auch Gestaltende mit unterschiedlichen Hintergründen und Perspektiven, was z.B. soziale Schicht, ethnische Zugehörigkeit, Bildung etc. angeht, beteiligt?

Wissen

- Werden Ergebnisse sozialwissenschaftlicher Forschung über das Arbeits- oder Anwendungsfeld, die Arbeitsaufgaben und die sozialen Strukturen im jeweiligen Kontext einbezogen?
- Wird Expertise aus Anwendungsbereichen einbezogen?
- Wird das Wissen und die Erfahrung Nutzender in das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben einbezogen?
- Werden Methoden genutzt, die partzipatives Forschen und Gestalten und Werteorientierung begünstigen, wie z.B. Participatory Design (Einbeziehung Nutzender in den Gestaltungsprozess), Value Sensitive Design (Werteorientierte Gestaltung), Reflective Design (Technologiegestaltung als Reflexionsansatz)

Menschenbild

- Wird versucht ein möglichst vielfältiges Bild von Nutzenden zu zeichnen?
- Welche Menschen werden die Ergebnisse der Forschung nicht nutzen können?
- Lassen sich im Konflikt stehende Interessen und Bedarfe abschätzen und miteinander in Einklang bringen?
- Wie viel Teilhabe und Gestaltungsmöglichkeiten haben die unterschiedlichen Personen im Forschungs- und Entwicklungsprozess?
- Welche Referenzmodelle werden genutzt, wenn es darum geht, menschliches Verhalten oder Fähigkeiten zu erheben oder zu modellieren?

Machtverhältnisse

- Welches Mitspracherecht haben die verschiedenen Beteiligten im Forschungs- und Entwicklungsprozess?
- Geschieht dieser Prozess entlang organisationsinterner Hierarchien oder gibt es andere Möglichkeiten ihn durchzuführen?
- Wie sind die Produktionsbedingungen der verwendeten Technologien, Arbeitsmittel und Materialien, z.B. auch im Ausland?
- Wird berücksichtigt, dass äußere Faktoren und Gegebenheiten verschiedene Menschen oder Personengruppen auch unterschiedlich betreffen können?
- Welche Technologien, Arbeitsmittel und Verfahren sind für welche Personen mit besonderem Risiko behaftet?
- Welche Personen tragen welches Risiko, wenn das Projekt scheitert?

4.3.4 Modell-/Konzeptbildung

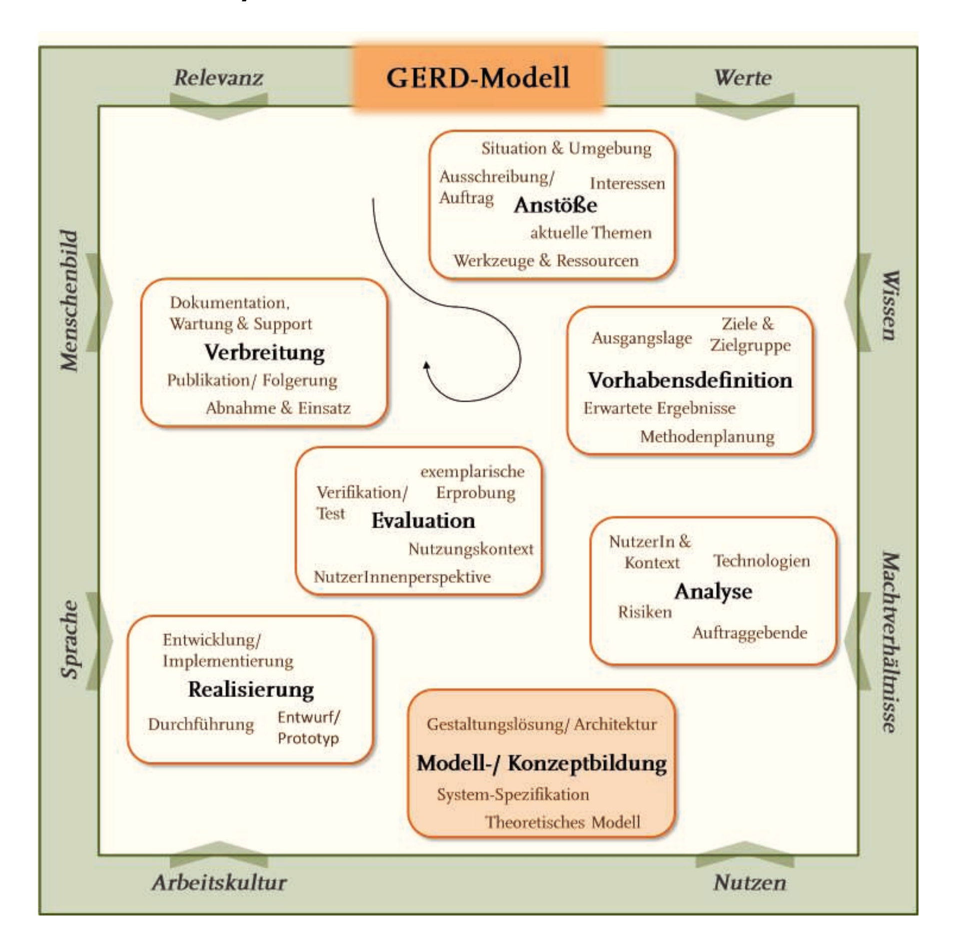


Abbildung: 04.07 Das GERD-Modell: Die Phase der Modell-/Konzeptbildung

Die Phase der Modell- bzw. Konzeptbildung beinhaltet die Auswahl und Definition der zuvor in der Analysephase erhobenen Faktoren. Sie kann je nach Projekt beispielsweise eine System-Spezifikation, eine Gestaltungslösung bzw. eine Architektur für das Produkt oder die Erstellung eines theoretischen Modells zum Ergebnis haben. Darin werden u. a. die Gesamtstruktur, die einzelnen Methoden, Technologien und Komponenten bzw. Faktoren des Produktes sowie ihre Verknüpfung und Kommunikation untereinander und mit den Benutzenden festgelegt. Es wird fachliches und technisches Wissen verknüpft

und technisch Mögliches wird mit sozial Erforderlichem konfrontiert. Auf der Grundlage einer Aufwands- und Nutzenschätzung werden auf allen Ebenen (alternative) Lösungen für das Vorhaben spezifiziert und in diesem kreativen Prozess tragende Entscheidungen darüber getroffen, welche Faktoren in die Realisierung einfließen und welche letztendlich wegfallen. Hier werden in der Regel Vereinfachungen vorgenommen, so dass an dieser Stelle besonders das Risiko besteht, dass relevante Gender- und Diversity-Aspekte nicht mehr berücksichtigt werden. Gerade marginale oder sperrige Positionen entziehen sich einer einfachen Umsetzung. Das Modell bzw. Konzept bildet die Vorgabe für die Realisierung im nächsten Schritt.

System-Spezifikation

Auf der Basis der vorangegangenen Analyse wird eine Spezifikation der Systemeigenschaften erstellt. Wir fassen hierunter nur die Definition und Dokumentation von Anforderungen bzw. die (technische) Beschreibung des Softwareproduktes bezüglich der Software, Hardware und Benutzer/-innen. Es wird ausgewählt und festgehalten, welche Bedingungen, d. h. WAS letztendlich für die Realisierung gelten soll, und nicht, wie das Konzept bzw. Modell umgesetzt wird. Dabei sollen zwar die möglichen Lösungen eingeschränkt, aber ausreichend Spielraum für den Entwurf gelassen werden. Die Anforderungen müssen auch gewisse Qualitätsanforderungen erfüllen und u. a. eindeutig, konsistent, vollständig, verständlich und überprüfbar sein (Pomberger und Blaschek 1996; Kurbel et al. 2008).

Die Phase der Modell-/Konzeptbildung → System-Spezifikation → Beispielfragen:

Wie lassen sich möglichst große Anteile der Analyse auch im Modell bzw. in der Konzeptbildung realisieren? Wie kann ermöglicht werden, dass sich auch solche Aspekte der Analyse umsetzen lassen, die z. B. sperrig oder schwieriger handhabbar im technischen System erscheinen? (Reflexionsaspekt: das Wissen)

Haines et al. betonen, dass vor allem in der Spezifikationsphase eines Produktes ein Bedarf an Werkzeugen und Techniken besteht, die helfen, die Diversität vom Alltagsleben der Nutzenden zu strukturieren und die Übersetzung von Nutzeranforderungen in Produktanforderungen und -spezifikationen erleichtern (Haines et al. 2007). Sie kritisieren zudem, dass die Entwicklung von Smart-Home-Technologien meistens eher vom kommerziellen Streben nach technischer Innovation als von den expliziten Bedarfen der Nutzenden vorangetrieben wird. Die Autorinnen und Autoren erproben einen Ansatz, bei dem sie die Cultural-Probes-Methode nach Gaver et al. (1999) erweitern und nutzen, um Einblicke in das Alltagsleben der potentiellen Nutzenden von Smart-Home-Technologie in den zu erforschenden Bereichen zu erhalten. Sie wollen Entwicklerinnen und Entwicklern helfen zu verstehen, wo Nutzende Technologie wertschätzen, aufzeigen, dass die Vorstellungen von Smart-Home-Technologie von Nutzenden und Entwickelnden nicht zwingend übereinstimmen und erreichen, dass die Bedarfe der Nutzenden bei der Konzeptentwicklung nicht als zweitranging gelten. In ihrer Studie machen Haines et al. die Erfahrung, dass die Beeinflussung von Smart-Home-Konzepten in einer technikdominierten Designkultur sehr schwer sein kann und dass die technischen Partner und Partnerinnen die ihnen präsentierten Ergebnisse der Anforderungsanalyse wenig anerkennen, auch wenn die Aussagen von großer Tragweite sind. Daraus folgern die Autorinnen und Autoren den Bedarf einer stärkeren Zusammenarbeit der Analyse- und Entwicklungsteams. In einem partizipativen Vorgehen könnten die technischen Entwicklerinnen und Entwickler in die Analyse der Daten eingebunden und so mit den Beweggründen und Einstellungen der Nutzenden vertraut gemacht werden. Auf diese Weise werden ihnen nicht nur Ergebnisse präsentiert, sondern es wird auch eine Identifikationsbasis geschaffen, die helfen kann, die Diversität vom Alltagsleben der Nutzenden nachvollziehbar in die Spezifikation einfließen und nicht verloren gehen zu lassen.

Gestaltungslösung/Architektur

Ein weiterer Punkt ist die Spezifikation der Gestaltung bzw. Architektur des Produkts. Dies umfasst beispielsweise die Konzeption der Funktionsweise, des Designs, des Durchführungsplans, des Layouts, der Hardware oder der System-/Softwarearchitektur und resultiert in einem konkreten Plan, WIE die Realisierung des Produkts vollzogen werden soll.

Die Phase der Modell-/Konzeptbildung → Gestaltungslösung/Architektur → Beispielfrage:

Werden partizipative Methoden eingesetzt, um die Perspektiven Nutzender auch im Gestaltungsprozess rückkoppeln zu können? (Reflexionsbereich: das Wissen)

Im Projekt „expertAzubi“ wird angestrebt, mit Hilfe von Web 2.0-Technologien die betriebliche Ausbildungspraxis zu erweitern und durch eine Online-Plattform das Kommunizieren und Kollaborieren von Auszubildenden, Facharbeiterinnen und -arbeitern sowie

Ausbildenden und Berufsschullehrerinnen und -lehrern zu fördern. Dadurch sollen der Wissenstransfer initiiert und neue Lernmöglichkeiten in der Ausbildung ausgeformt werden. Um sicherzustellen, dass die Bedarfe der Zielgruppe erfüllt werden, wurden Jugendliche in verschiedenen Stadien der iterativen Entwicklung in den Designprozess involviert. So wurden nicht nur in der Analysephase Faktoren bezüglich benötigter Informationen sowie ihrer Bedarfe in der Schule und bei den Hausaufgaben erhoben, sondern auch während der Realisierung die Strukturierung von Inhalten, Gestaltungsideen („Look and Feel") und Funktionsweisen des interaktiven Systems adressiert. Die Forschenden nutzten dafür diverse Methoden des User-Centered Designs und führten Fokusgruppen durch, in denen Diskussionsrunden, Rollenspiele, Papierprototypen, Dot Voting, Card Sorting und der Think-Aloud-Test angewendet wurden. Das Vorgehen mündete in eine Realisierung, die von den Nutzenden nachweislich akzeptiert ist. Durch die Anwendung unterschiedlicher nutzerzentrierter Methoden in verschiedenen Stadien entwickelte sich zudem die Erkenntnis, dass bisherige Methoden eher für Erwachsene und Kinder erprobt und diese nicht zwingend für Teenager (Digital Natives) geeignet sind. Die Autorinnen zeigen einen neuen Forschungsbedarf auf (Katterfeldt et al. 2012).

Theoretisches Modell

In eher forschungsorientierten Projekten kann es an dieser Stelle im Forschungsprozess darum gehen, ein theoretisches Modell für die im Vorhaben bzw. in der Analyse aufgezeigten Phänomene zu entwickeln und in Form von Begriffen, Theorien oder unterschiedlichen Darstellungsformen auszudrücken. In einem theoretischen Modell wird die Wirklichkeit bzw. ein Problem vereinfacht dargestellt, bestimmte Faktoren werden reduziert, andere akzentuiert und eine bestimmte Perspektive eingenommen[1].

Die Phase der Modell-/Konzeptbildung → Theoretisches Modell → Beispielfrage:

Welche Menschenbilder produziert oder stützt das theoretische Modell? Wird auf Stereotype zurückgegriffen oder wird versucht, den Alltag möglichst genau zu beschreiben? (Reflexionsaspekte: das Menschenbild, das Wissen und die Sprache)

Systeme bzw. vertrauliche Daten vor Schädigung oder Diebstahl durch Angreifende zu schützen, ist ein Ziel im Bereich der Informationssicherheit. Im Zusammenhang mit der Bedrohungsanalyse, einer Methode zur Überprüfung der Angriffsmöglichkeiten, steht das Angreifermodell, in dem bestimmte Angreifertypen wie das „Skriptkiddie", der „Hacker" und der „professionelle Angreifer" definiert werden (Eckert 2006). Diese theoretischen Angreifermodelle sind jedoch zumeist sehr generisch und transportieren ein eingeschränktes Bild realer Angreiferinnen und Angreifer. Das Bild, welches vom Angreifer gezeichnet wird, entspricht außerdem dem männlicher Technikstereotypen, vom Nerd bis zum professionellen Techniker. Somit ist fraglich, ob diese Art von Modell tatsächlich geeignet ist, die für die Sicherheit bzw. Unsicherheit von informationstechnischen Systemen bedeutsamen menschlichen Faktoren einbeziehen zu können (vgl. Abschnitt 3.1.1). Sozialwissenschaftliche Methoden, eventuell auch ethnografische Studien, könnten hier dazu dienen, Bedrohungen und Kontexte realitätsnäher zu beschreiben. Das Einflechten unterschiedlicher sozialer Kategorien, wie z. B. des Geschlechts, und die Vermeidung von Geschlechterstereotypen, wie dem Alter, der Schicht und der Bildung, führt zu einer Diversifizierung des Menschenbildes.

1 http://www.pflegewiki.de/wiki/Modell

Reflexionskatalog zur Phase der Konzeptbildung

Wissen

- Wie verhält sich sozialwissenschaftlich gewonnenes Wissen zu eher technisch orientierter Modellbildung?
- Wie fügen sich Wissen und Erkenntnisse aus unterschiedlichen Disziplinen zusammen?
- Wird die Realisierung als Konzept, Modell oder Technologie mit der Analysephase rückgekoppelt?

Machtverhältnisse

- Wie werden Entscheidungen zwischen der Analyse hin zur Anforderungsspezifikation getroffen?
- Wie transparent sind die Entscheidungsprozesse?

Menschenbild

- Inwieweit lässt sich soziale Vielfalt in die Konzept- oder Modellbildung hineintragen? Welche Aspekte gehen verloren? Was kommt an Neuem hinzu?

SPRACHE

- Lassen sich die Beschreibungen der Analysephase auf die Konzeptbildung übertragen?
- Besteht Vermittlungsbedarf zwischen Begriffen und Erkenntnissen aus der Erhebungsphase und der Konzeptbildung?

WERTE

- Welche Arbeitsmittel oder Technologien werden letztlich genutzt? Und wie wird hier entschieden, z. B. nach ökonomischen, ökologischen oder persönlichen („Das haben wir stets so gemacht") Interessen?

4.3.5 REALISIERUNG

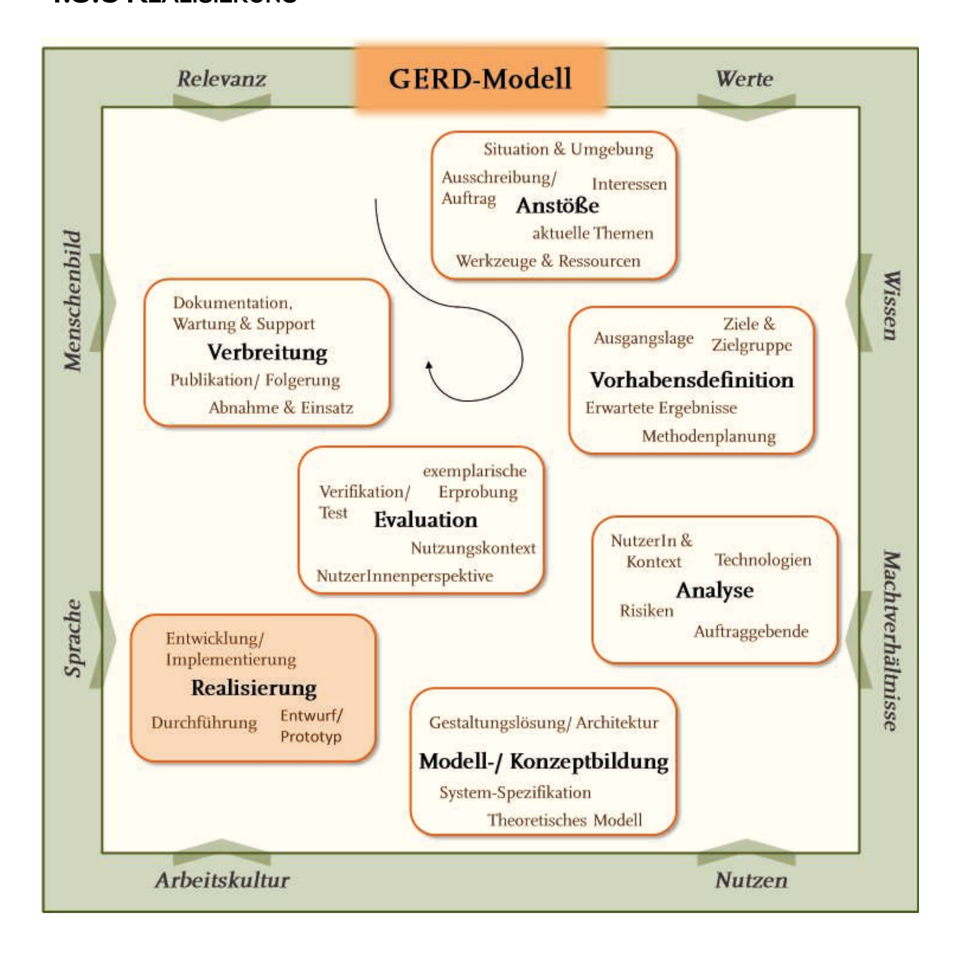


Abbildung: 04.08 Das GERD-Modell: Die Phase der Realisierung

In der Realisierungsphase wird die Lösung des Problems auf Hard- und Software-Basis bzw. auf theoretischer Ebene ausgedrückt. Die in der Vorphase spezifizierten Modelle bzw. Konzepte werden nun umgesetzt, d. h. die einzelnen Elemente werden beispielsweise in einen Entwurf bzw. Prototypen überführt, (partizipativ) entwickelt, implementiert oder durchgeführt und letztendlich möglicherweise zusammengefügt. Es werden schrittweise Ergebnisse produziert, die im Folgenden auf die Erfüllung der zuvor definierten Eigenschaften und auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft werden müssen.

Ein zentraler Aspekt zur Reflexion dieser Phase ist, dass die Ergebnisse der Modell- und Konzeptbildung nun in einem Prototyp oder anderweitig in der Anwendung realisiert werden müssen. Hier trifft das Vorhaben z. B. auf technische Beschränkungen oder auf die Arbeitsroutine im Entwicklungsteam. Gender- und Diversity-Aspekte sollen an dieser Stelle dazu anregen, die Vielfalt des Anwendungskontexts auch in der Konfrontation mit dem technischen Material zu bewahren.

Entwurf/Prototyp

In einem iterativen Prozess und entlang verschiedener Stadien (z. B. Prototyp, Grobentwurf, Feinentwurf) wird zunächst ein vereinfachtes Modell des Produktes angefertigt. Dieses soll bestimmte Konzepte illustrieren und dient der Erprobung von Eigenschaften oder Präsentationszwecken und erleichtert es, Fehler zu erkennen bzw. mögliche Änderungswünsche aufzunehmen. Der Prozess sollte so gestaltet werden, dass er die Kommunikation zwischen Entwickelnden, Auftraggebenden und zukünftigen Nutzenden berücksichtigt.

Die Phase der Realisierung → Entwurf/Prototyp → Beispielfrage:

Wie lässt sich Vielfalt in der Abstraktion (und in der Konfrontation mit dem Technischen bzw. mit Materialien) erhalten? (Reflexionsaspekte: das Wissen und das Menschenbild)

Das Projekt „Sundroids" verfolgte u. a. das Ziel, einen kostengünstigen Technologiebaukasten zu entwerfen, der die Themen „Energie" und „Bewegung" anspricht. Damit sollten Jugendliche durch die Anwendung grundlegender elektrotechnischer Komponenten einfach kinetische Konstruktionen erstellen können (Allen et al. 2011). Die Anforderungen an einen solchen Baukasten wurden anhand diverser Prototypen exploriert. Im Projekt entstand zunächst ein Prototyp, der nachweislich sehr simpel zusammenzustecken und für die Kreation sich bewegender Artefakte zu verwenden war. Das technische Artefakt führte jedoch nur gleichbleibende Aktionen ohne Variationsmöglichkeiten aus und die dahinter stehenden elektrotechnischen Prozesse blieben völlig unverständlich und abstrakt. Um die Einfachheit des Kits zu bewahren und dennoch Spielräume für vielfältige Konstruktionen einzuräumen, entstand nach weiteren Prototypen ein Basiskit mit erweiternden Komponenten. Diese ermöglichten das Experimentieren sowie flexibleres Konstruieren und machten dahinter stehende Prozesse sichtbar, wodurch die Funktionsweise der Technologie aus dem Material heraus verstanden werden konnte (Wajda 2010). Auf diese Weise werden auch unterschiedliche Lerntypen und Zugänge zu Technologie unterstützt (vgl. Resnick und Silverman 2005).

Entwicklung/Implementierung

An dieser Stelle werden die Spezifikationen aus der Vorphase in funktionsfähige Software, Systeme, Hardware, Netzwerke, Protokolle, Kommunikationen, Materialien, Verfahren, Funktionsprinzipien o. Ä. übersetzt und ggf. in die Ziel- oder Produktionsumgebung eingefügt. Dieser Schritt kann beispielsweise die Programmierung, die Verschlüsselung, die technische oder gestalterische Entwicklung und die Feinabstimmung sowie die Verbesserung von Komponenten umfassen.

Die Phase der Realisierung → Entwicklung/Implementierung → Beispielfragen:

Wie verschalten sich technische und soziale Aspekte miteinander, wenn es darum geht, die Verfahren, Technologien oder Methoden zur Anwendung zu bringen? Sind von scheinbar neutralen Entwicklungen, die für alle gleich gelten sollten, verschiedene Menschengruppen vielleicht doch unterschiedlich betroffen? (Reflexionsaspekte: die Werte, der Nutzen, das Menschenbild und das Wissen)

Der Google™-Suchalgorithmus und die Vervollständigungsfunktion liefern ein eingängiges Beispiel dafür, wie sich soziale und technische Aspekte in der Anwendung verschalten. So nahmen die Vereinten Nationen, genauer die Sektion „UN Women", problematische automatische Vervollständigungen beim Benutzen der Suchmaschine Google™ als Anlass für eine Kampagne, die auf weltweite Diskriminierungen und Ungerechtigkeiten gegenüber Frauen aufmerksam macht. Die Kampagne löste zugleich eine Debatte über die Wirkmacht von Technologien und ihre Verschaltung mit menschlichen Werten und Verantwortung aus. Die Suchvorschläge, die Google™ präsentiert, wenn als erste Begriffe „women", „blacks" oder „gays" eingeben werden, sind erschreckend. Nach Googles™ eigenen Auskünften müsste solche „hate speech" (gewaltvolle Sprache) eigentlich vom Unternehmen selbst problematisiert werden, denn Google™ schreibt: *„Does Google™ monitor the autocomplete results? Autocomplete predictions are algorithmically determined based on a number of factors (including popularity of search terms) without any human intervention. Just like the web, the search queries presented may include silly or strange or surprising terms and phrases. While we always strive to reflect the diversity of content on the web (some good, some objectionable), we also apply a narrow set of removal policies for pornography, violence, hate speech, and terms that*

are frequently used to find content that infringes copyrights."[1] Interessant ist, wie ein scheinbar neutraler Algorithmus in der Anwendung stets eine soziale Dimension bekommt. Dieser Dimension sollten sich Forschende im Bereich „Entwicklung" bewusst sein, da sie, wie das Beispiel Google™ zeigt, hierzu Position beziehen müssen. Darauf weist auch die Technikforscherin Prof. Dr. Corinna Bath von der Universität Braunschweig hin. In einem Interview[2] formuliert sie: *„Ich vertrete die Position, dass es keinen ‚Algorithmus selbst' gibt. Man kann ihn nicht isolieren und sagen, der Algorithmus ist neutral, und wenn er in der Welt angewandt wird, ist er es nicht mehr. Algorithmen werden angewandt, haben Zwecke und sind somit auch nicht mehr unschuldig."*

Durchführung

Bei weniger entwicklungsorientierten Vorhaben oder Entwicklungsschritten werden hier beispielsweise Workshops, Schulungen oder sonstige Veranstaltungen, Studien, Programme o. Ä. durchgeführt oder benötigte Strukturen aufgebaut, die das zuvor ausgeformte Modell bzw. Konzept in die Praxis umsetzen.

Die Phase der Realisierung → Durchführung → Beispielfragen:

Wie ist die Zusammensetzung des Teams? Welche Rollenbilder werden vorgestellt? Werden Stereotype und Klischees verfestigt oder infrage gestellt? (Reflexionsaspekte: die Arbeitskultur und das Menschenbild)

Im Projekt *InformAttraktiv* wurden basierend auf dem TechKreativ-Konzept (Dittert et al. 2012) Technologie-Workshops für junge Menschen durchgeführt, mit dem Ziel, Kindern und Jugendlichen ein vielseitiges, an diverse Interessenbereiche anknüpfendes Bild der Informatik zu vermitteln. Hier – aber auch generell in interessenfördernden oder öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen – ist von großer Bedeutung, welche Rollenbilder durch unterschiedliche Elemente der Veranstaltung transportiert werden. So wurde im Projekt verstärkt auf die Diversität des konzipierenden und durchführenden Teams bezüglich der Interessenbereiche, der Expertise und der Sichtweisen auf das Feld geachtet und auch weitere Beteiligte mit die Veranstaltung bereichernden Schwerpunkten eingebunden. Beispielsweise wurde in

1 https://support.google.com/websearch/answer/106230?hl=en

2 http://diestandard.at/1376534942673/Bath-Oft-entsteht-eine-Nerds-fuer-Nerds-Technik

einen Workshop zum Thema „Magie und Interaktion" ein Zauberer eingebunden, der selbst geringe Kenntnisse bezüglich Technologie hatte und die Kinder als Expertinnen und Experten bei der Realisierung ‚magischer' technischer Artefakte behandelte, während er Anregungen bezüglich Magie gab. Auch ein ausgebildeter Musiker diente als Rollenbild, der bei bestehenden Musikinstrumenten an deren Grenzen stieß und sich selbständig Programmierkenntnisse und Wissen im elektrotechnischen Bereich aneignete, um seinen Anforderungen entsprechende digital erweiterte Musikinstrumente zu entwickeln. Dabei wurde jedoch auch der Bedarf deutlich, externe Beteiligte vor der Einbindung kurz zu schulen, so dass beispielsweise vermieden wird, dass in der Technologie-Expo die Erfindungen von einer hübschen jungen Frau vorgestellt werden und der dem Nerd-Image entsprechende Informatiker hergerufen wird, um auftretende technische Probleme zu beheben (Dittert et al. 2015).

Reflexionskatalog zur Phase der Realisierung

Wissen/Machtverhältnisse

- Auf welcher Technologieebene wird realisiert?
- Wie modifizierbar ist die Lösung?

Arbeitskultur/Machtverhältnisse

- Wie ist der Arbeitsprozess organisiert?
- Verläuft der Realisierungsprozess entlang von Hierarchien oder werden z. B. agile Methoden eingesetzt, die eine Hierarchieverflachung begünstigen?

Relevanz

- Wie weitgehend ist die Realisierung?
- Welcher Aufwand wird in Kauf genommen?
- Welche Aspekte aus der Konzeptbildung fallen in der technischen Realisation heraus?

Menschenbild

- Welchen Personen wird der Entwurf oder der Prototyp präsentiert?
- Wer kommt für Tests oder Experimente infrage?

SPRACHE

- Welche Bilder und Szenarien werden in Test-Settings benutzt?
- Wie und für wen werden bei Tests oder Experimenten die Aufgaben formuliert?

4.3.6 EVALUATION

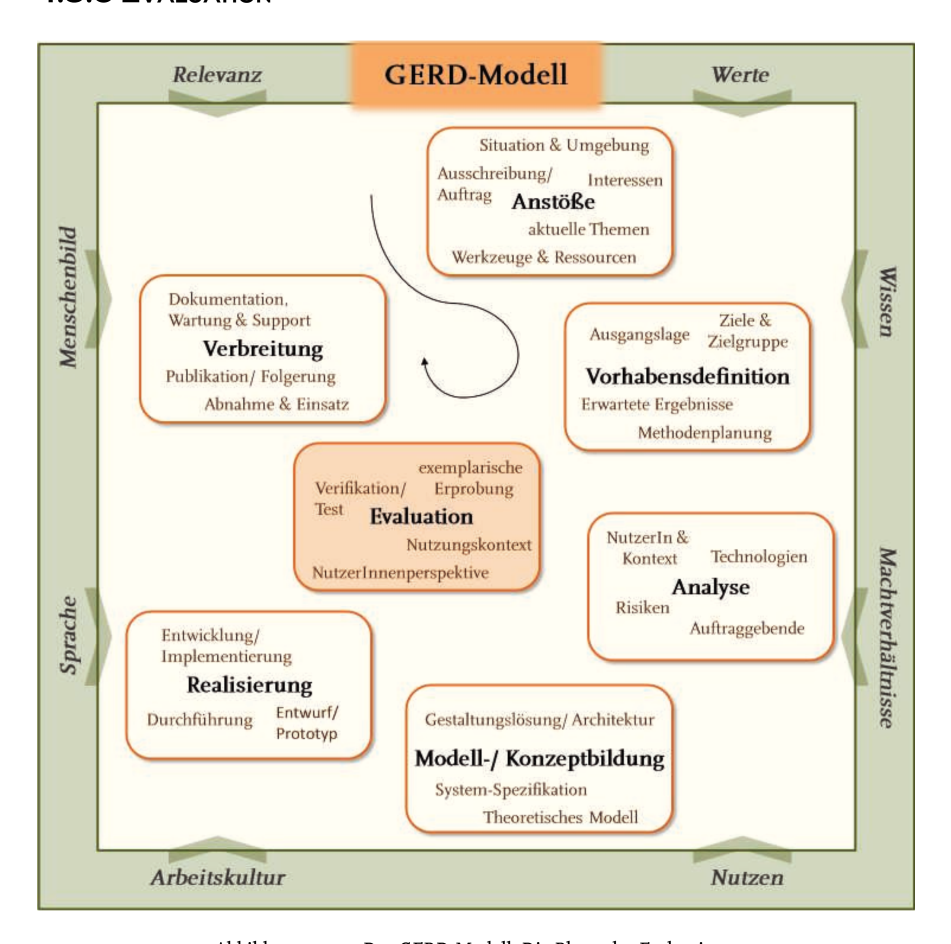


Abbildung: 04.09 Das GERD-Modell: Die Phase der Evaluation

In der Evaluationsphase wird die Realisierung des Produktes auf ihre Qualität bzw. auf die Erfüllung der im Modell bzw. Konzept definierten Ziele geprüft. Es soll sichergestellt werden, dass das Produkt unter allen erforderlichen Bedingungen für den beabsichtigten Gebrauch korrekt arbeitet. Die Überprüfung sollte entsprechend in Hinblick auf die Aufgabe, die Nutzenden und den Kontext stattfinden. Dabei werden Probleme aufgezeigt, die in einem iterativen Realisierungs- und Evaluationsprozess behoben werden, bis die Realisierung dem Modell bzw. Konzept entspricht. Ggf. wirken die Evaluation-

sergebnisse auch auf das Modell bzw. Konzept zurück und erklären seinen Anpassungsbedarf. Das Produkt kann auf unterschiedliche Weise exemplarisch erprobt, getestet bzw. verifiziert und aus der Perspektive der Nutzer/-innen und im Nutzungskontext evaluiert werden. Auch die Wechselwirkung zwischen einzelnen Faktoren oder Alternativen kann analysiert und beurteilt werden. Es wird geprüft, ob das Ergebnis bzw. der Weg reproduzierbar ist. In dieser Phase ist erneut die Einbeziehung der Nutzenden (Lazar 2006), aber auch des Anwendungskontexts besonders wichtig.

Test/Verifizierung

Vor der Veröffentlichung muss geprüft werden, ob das Produkt fehlerfrei ist bzw. ob aufgestellte Behauptungen der Wahrheit entsprechen. Es wird überprüft, ob die bisher realisierten Teile des Produktes erwartungsgemäß funktionieren und mit der Spezifikation übereinstimmend umgesetzt wurden. Bei Softwareprodukten werden, um Fehler im Programmcode zu reduzieren und sicherzustellen, dass das System in sich funktioniert, unterschiedliche (Sub-)Systemtests durchgeführt, z. B. Komponententests, Systemtests und Integrationstests. Zudem verringert ein im ganzen Verlauf des Vorhabens implementiertes Qualitätsmanagement den Aufwand zur Behebung von Fehlern.

Die Phase der Evaluation → Test/Verifizierung → Beispielfragen:

Wird versucht, ein möglichst vielfältiges Bild des Nutzungskontexts zu zeichnen? Was bedeutet das, wenn Tests nicht im realweltlichen Kontext stattfinden können? Welche Wissensgebiete und Methoden können die Informatik hier bereichern? (Reflexionsaspekt: das Wissen)

> Ein Professor erklärt im Interview am Beispiel einer intelligenten Straßenkreuzung die Herausforderungen eines Testaufbaus (Nett 2013): Eine intelligente Kreuzungsregelung, bei der ankommende Fahrzeuge miteinander kommunizieren und auf der Grundlage unterschiedlicher Faktoren (Geschwindigkeit, Entfernung usw.) die Überquerung zugunsten u. a. zeitlicher und ökologischer Faktoren untereinander steuern, kann lange nicht im realen Kontext getestet werden (da sicherheitskritisch). Entsprechend müssen Methoden gefunden werden, um die Diversität der Situation und der Beteiligten erfassen und einbinden zu können. Bei Testaufbauten bzw. Testmodellen spielen zudem meistens nicht nur die Faktoren hinein, die eigentlich getestet werden sollen, sondern auch diverse Randbedingungen, die den Test beeinflussen und zuerst gelöst werden müssen. Beispielsweise müssen zunächst das Platzproblem bei der Simulation einer Kreuzung sowie die Tatsache, dass die Modellfahrzeuge keine zu engen Kurven fahren können, überwunden werden. Außerdem müssen die Modellfahrzeuge Straßen erkennen und ihnen folgen können, eine Geschwindigkeitssteuerung muss implementiert sowie Schlupf im Antrieb und Lichtverhältnisse berücksichtigt werden. Neben den diversen eigentlich zu testenden Faktoren müssen somit auch die zusätzlichen Aspekte, die durch das Modell bedingt werden, in dem Versuchsaufbau evaluiert und implementiert werden. Dies verlangt interdisziplinäres Wissen – in dem beschriebenen Fall nicht nur informatisches Wissen, welches Abstraktion und Ströme von Nullen und Einsen als Grundlage nimmt, sondern auch Wissen über Elektrotechnik, in der auch mit analogen Werten (z. B. der Spannung) gearbeitet wird. So muss man beispielweise erkennen können, dass Mikrowellen auf der gleichen Frequenz senden wie die für den Test verwendeten Netzwerke und so die Kommunikation stören.

Perspektive der Nutzenden

Eine Evaluation informationstechnischer Systeme aus der Perspektive der Nutzerinnen und Nutzer wird zunehmend unabdingbar, da Informationstechnik an immer mehr Lebensbereiche von Menschen anknüpft und auf diese einwirkt. Außerdem zeigen empirische Ergebnisse, dass die Übereinstimmung der von den Entwickelnden ersonnenen und der von den Nutzenden wahrgenommenen Qualität eines Systems äußerst gering sein kann (Kurosu und Kashimura 1995). Die Evaluation wird mit einer repräsentativen Gruppe von Nutzenden aus der zuvor definierten Zielgruppe durchgeführt. Die Perspektive der Nutzer und Nutzerinnen umfasst dabei sowohl Faktoren bezüglich der Performanz als auch der persönlichen Beurteilung, wie z. B. der Gebrauchstauglichkeit und der Ergonomie sowie der Akzeptanz des Systems und der User Experience.

Die Phase der Evaluation → Perspektive der Nutzenden → Beispielfragen:

Wird die eingangs definierte Zielgruppe nun auch in die Evaluation einbezogen? Ergeben sich aus einer Fokussierung auf die soziale Vielfalt neue Blickwinkel? (Reflexionsaspekte: das Menschenbild, der Nutzen und das Wissen)

> Hwang et al. (2012) zeigen bereits bei der Definition der Zielgruppe, wie eine erweiterte Betrachtung des Nutzungskontexts eines technischen Systems eine neue Zielgruppe eröffnen kann, die bisher keine technische Unterstützung erfahren hat. So machen sie im Kontext von

AAL deutlich, welche Rolle die Anforderungen pflegender Angehöriger – und nicht nur der Bewohnerinnen und Bewohner von Smart Homes – für die Konzeption des technischen Systems spielen. In Anknüpfung an die Definition der Zielgruppe (in der Phase der Vorhabensdefinition) soll nun auch bei der Überprüfung des Produktes in Hinblick auf die Perspektive der Nutzenden angeregt werden, die repräsentativen Testpersonen genauer zu betrachten und ggf. weiter aufzuspalten. Auf diese Weise kann Vielfalt erreicht werden und es können bei der Evaluation unterschiedliche Perspektiven sichtbar gemacht werden. Eine häufige, jedoch auch einseitige Aufsplittung ist jene nach dem Geschlecht. Eine tiefer gehende Betrachtung könnte an Hwangs Beispiel neben den informellen Pflegekräften u. a. auch professionelle Pflegekräfte einbeziehen, die nicht selten keine Muttersprachler und Muttersprachlerinnen sind und auch zeitweise und abwechselnd aus dem Ausland anreisen. Auch beispielsweise erfahrene Pflegerinnen und Pfleger, die Routine in den ohne technische Unterstützung ausgeführten Arbeitsabläufen haben, und Auszubildende zeigen unterschiedliche Blickwinkel auf.

Nutzungskontext

Laborbedingungen können häufig nicht alle wesentlichen Faktoren der Nutzung eines Produktes erfassen. Somit sollte eine Prüfung erfolgen, ob das System bzw. Modell oder die Theorie auch in dem Kontext funktioniert, in dem es/sie Anwendung finden soll. Dabei sind u. a. die Bedingungen, die Umgebung und die Aufgabe des Produkteinsatzes zu beachten. Eine zu eingeschränkte Betrachtung des Kontexts kann jedoch entscheidende Problematiken unentdeckt lassen.

Die Phase der Evaluation → Nutzungskontext → Beispielfragen:

Welche Auswirkungen hat das System auf Personen, die es nicht primär nutzen, und welchen Einfluss haben umgekehrt diese Personen auf das System? Wie verhalten sich die realen Nutzungsbedingungen zu den Laborbedingungen? (Reflexionsaspekt: der Nutzen)

Beispiel 1:
Ostendorp et al. betrachten die Belastung durch Multitasking am Arbeitsplatz (2013): Parallel durchzuführende Teilaufgaben, die Wartezeiten verursachen, stören die Konzentration auf die primäre Aufgabe und führen nach Untersuchungen der Autorinnen und Autoren zu Stress. Als Lösungsansatz präsentieren sie die „Ambient Progress Bar“. Diese liefert durch Umgebungslicht, produziert durch RGB-LEDs hinter dem Monitor, Informationen über den Status der parallel laufenden Teilaufgabe (z. B. den Download), so dass sich die Nutzerin bzw. der Nutzer entspannter der primären Aufgabe widmen kann. Bei der Evaluation des Systems unter Laborbedingungen wurde jedoch nicht bedacht, welche Auswirkungen das vom Monitor abstrahlende und wechselnde Licht auf andere Personen, z. B. in einem Mehrpersonenbüro, haben könnte.

Beispiel 2:
Am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz der Universität Bremen wird „Rolland“, der autonome Rollstuhl, entwickelt, ein Assistenzsystem zur Kompensation verminderter physischer und kognitiver Fähigkeiten. Im „Ambient Assisted Living Lab“ werden u. a. unterschiedliche Interaktionsformen, wie Touchscreens, Sprachsteuerung und (Kopf-)Joysticks, zur Steuerung von Assistenzsystemen exploriert (Krieg-Brückner et al. 2010). Laborbedingungen sind oftmals grundlegend für die frühe Entwicklung von intelligenten, autonomen Systemen, versperren jedoch auch den Blick auf beispielsweise alltägliche Störfaktoren. So ist Rolland z. B. bei Vorführungen vor Besuchergruppen im Labor noch störanfällig und navigierte bei einer wissenschaftlichen Präsentation statt zum angesteuerten Ziel in eine Menschengruppe (Schill 2011).

Bei der Evaluation technischer Systeme sollte möglichst eine Vielzahl von Einsatzorten und -kontexten bedacht werden. Laborsituationen können testen, ob das System technisch reibungslos funktioniert, sagen jedoch unter Umständen wenig über den Einsatz im Alltag aus. Hilfreich kann hier auch sein, dass die Entwickelnden keiner I-Methodology (Rommes 2002) aufsitzen. Dies heißt, dass die Entwickelnden nicht sich und ihren Kontext zum Maßstab der Evaluation nehmen, sondern realistische Einsatzorte und Menschen mit unterschiedlichen Bedürfnissen und Befähigungen.

Exemplarische Erprobung

Das bisher realisierte Verfahren, Funktionsprinzip o. Ä. wird exemplarisch unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren angewendet bzw. erprobt und dabei auf die im Konzept definierten Faktoren hin geprüft.

Die Phase der Evaluation → Exemplarische Erprobung → Beispielfragen:

Wird das fertige System unter Laborbedingungen erprobt oder bereits am Einsatzort bzw. an unterschiedlichen Orten mit verschiedenen Menschen oder auch unter

veränderten Außenbedingungen? Lässt sich die Evaluationsgruppe ausweiten? (Reflexionsaspekte: das Wissen und der Nutzen)

Eine Methode, um ein noch im Entwicklungsstadium befindliches Softwareprodukt (Beta-Version) vor der Markteinführung z. B. hinsichtlich des Konzepts und der Performanceprobleme relativ günstig zu erproben, ist der Betatest. Dabei wird die noch unvollständige Software meist einem ausgewählten Kreis von (anonymen) Nutzenden zur Verfügung gestellt, die das Produkt ausprobieren und von ihren Erfahrungen berichten sollen. Die Auswahl der Testpersonen kann auf unterschiedliche Art erfolgen: Üblicherweise wird die Beta-Version einem vom Hersteller eigens ausgewählten Nutzerkreis zugänglich gemacht, eigene Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bzw. ein entsprechender Dienstleister beauftragt oder Interessierte durch eine öffentliche Ausschreibung rekrutiert (Dolan und Matthews 1993). So erreichen technische Innovationen bestimmte Personengruppen früher als andere. Der Social-Media-Dienst Google+™ konnte in der Beta-Version getestet werden, indem man einer entsprechenden Einladung folgte. In dieser frühen Phase war die Community des Netzwerks vorrangig durch männliche Technikentwickler geprägt und zudem nur auf Englisch verfügbar. Menschen, die nicht in technischen Disziplinen arbeiten oder eine geringe Nähe zu sozialen Medien haben, verfügten erst später über Zugang zum Netzwerk. Aus einer Perspektive der Vielfalt heraus wäre es wichtig, dass die Beta-Version nicht bloß von techniknahen oder solchen Personen, die aus dem Umfeld der Entwicklerinnen und Entwickler stammen, getestet wird. Stattdessen sollte versucht werden, auch Personen für den Test zu gewinnen, die erst auf den zweiten Blick interessant erscheinen. Um diese Personen zu erreichen und ihre Perspektiven auch in frühe Phasen des Tests einzubringen, braucht es neue Strategien.

Reflexionskatalog zur Phase der Evaluation

Relevanz

- Mit welchen Qualitätskriterien wird bei der Evaluation gearbeitet?

Wissen/Werte

- Können neue Ergebnisse oder Erkenntnisse aus der Evaluation noch ins Produkt einfließen?
- Wird das fertige System unter Laborbedingungen erprobt oder bereits am Einsatzort bzw. an unterschiedlichen Orten?

- Wird das System oder das Verfahren mit verschiedenen Menschen und auch unter veränderten Außenbedingungen evaluiert?
- Was passiert mit Ergebnissen, die zeigen, dass die Forschung nicht funktioniert? Werden diese konstruktiv verwendet?
- Wie lässt sich der Bedarf nach messbaren Evaluationsergebnissen mit nicht numerisch ausdrückbaren Erfahrungen während der Evaluation zusammenbringen?

Sprache

- Welche Szenarien oder Anwendungsbeispiele werden für die Evaluation gewählt? Sind diese besonders inklusiv für eine breite Personengruppe?
- Werden Fachsprache oder technologische Begriffe für ein fachfernes Publikum umformuliert?

Nutzen

- Wird die Forschung auch in Kontexten erprobt, für die sie gar nicht entwickelt wurde, bestehen z. B. Spielräume für die Umnutzung, die Andersnutzung und die Nutzung in anderen Kontexten?
- Welche Methoden werden für die Kontexterfassung eingesetzt?

Machtverhältnisse

- Wie wichtig werden die Ergebnisse genommen?
- Wie viel Überarbeitungsaufwand ist akzeptabel?

Menschenbild/Nutzen

- Wer evaluiert wen in welchem Kontext?
- Werden auch nicht auf den ersten Blick als potentielle Nutzende erkennbare Menschen, wie z. B. solche mit Beeinträchtigungen, in die Evaluation einbezogen?
- Wird berücksichtigt, dass ein ähnlicher oder sogar der gleiche Kontext oder der gleiche Ort sich für unterschiedliche Personen auch ganz unterschiedlich darstellen kann?

4.3.7 Verbreitung

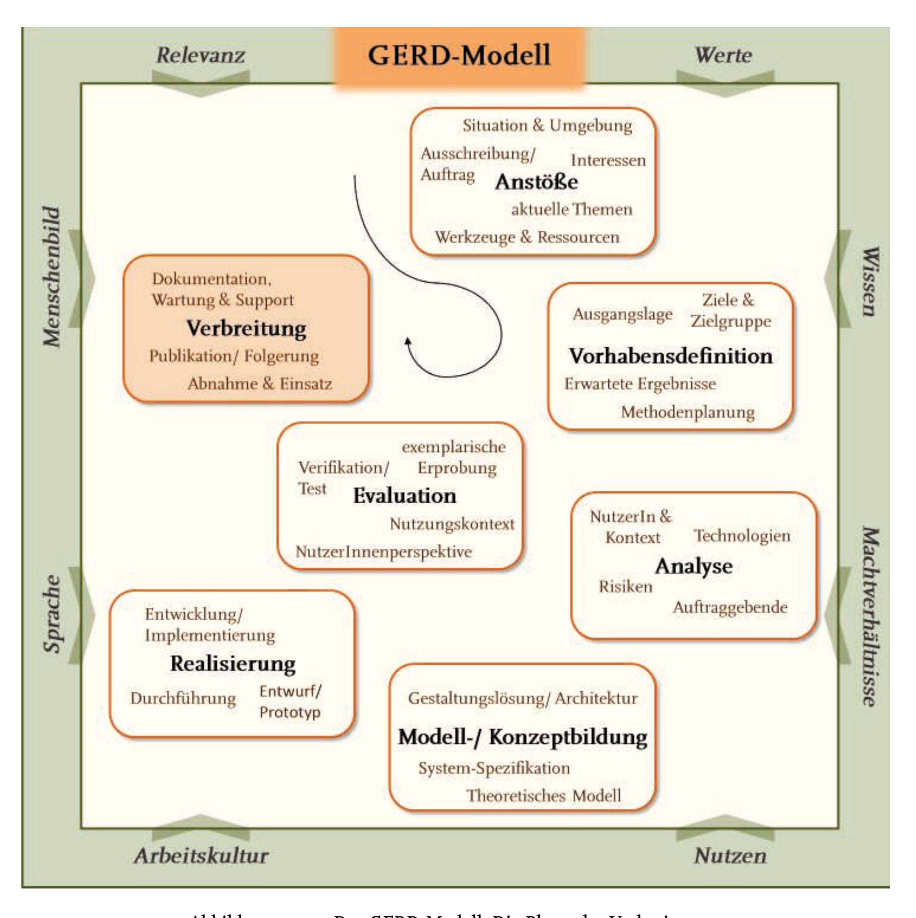


Abbildung: 04.10 Das GERD-Modell: Die Phase der Verbreitung

Einzelne Teilergebnisse wurden bereits generiert oder die im Vorhaben beschriebenen Ziele und definierten Anforderungen an das Gesamtvorhaben sind bei diesem Schritt erfüllt. Die Ergebnisse werden in eine für die jeweilige Verbreitungsart geeignete Form gebracht und beispielsweise über unterschiedliche Kanäle publiziert, intern dokumentiert, zur Abnahme vorbereitet und zum Einsatz gebracht. Längerfristig werden das Produkt gewartet und die Nutzenden bzw. Auftraggebenden unterstützt.

Publikation/Folgerung

Die Ergebnisse des Vorhabens werden zusammengefasst und in eine präsentierbare Form gebracht (z. B. ein Buch, ein Artikel, ein Vortrag und Werbung). Es werden Folgerungen aus den Ergebnissen gezogen und in unterschiedlicher Form einem passenden Publikum präsentiert und zugänglich gemacht. Die Folgerungen können auch Anstöße für ein neues Projekt geben und in die Ausformung eines neuen Vorhabens einfließen.

Die Phase der Verbreitung → Publikation/Folgerung → Beispielfragen:

Gibt es Themen, die weniger öffentlichkeitswirksam sind, als andere? Ist dies an gesellschaftliche Marginalisierungen oder Stereotypisierungen von Nutzungsgruppen gekoppelt? (Reflexionsaspekte: das Menschenbild und die Werte)

> Im Interview beschreibt ein Professor seine Erfahrungen damit, dass mit bestimmten Themenbereichen bei öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen keine Lorbeeren geerntet werden können. In Projekten wie „eLearning im Strafvollzug (eLiS)"[1] und „PrisonPortal" (Rath et al. 2008) beschäftigt er sich mit E-Learning-Systemen, mit deren Hilfe die Strafgefangene verstärkt in der Phase nach ihrer Haftentlassung qualifiziert und somit wieder sozialisiert werden sollen. Mit einem ähnlichen Konzept bewarb er sich für ein von der Microsoft® Foundation gesponsertes Projekt, wobei ihm bald die Aussichtslosigkeit des Vorhabens bewusst wurde. Verliehen wurde der Preis im Rahmen einer großen Pressekonferenz auf der Cebit, bei der letztendlich eine Schulklasse geehrt wurde. Die öffentliche Reaktion auf ein Projekt für Straftäter wäre in diesem Kontext weniger enthusiastisch ausgefallen (Friedrich 2011). Das Beispiel zeigt, wie schwierig es sein kann, für eine gesellschaftliche Gruppe, die marginalisiert und stereotypisiert in der öffentlichen Wahrnehmung erscheint, neue Forschung zu bewerben, durchzuführen oder technologische Unterstützung zu planen.

Abnahme und Einsatz

Das (Gesamt-)Produkt einschließlich der Dokumentation wird den Auftraggebenden präsentiert, von ihnen formal abgenommen (ansonsten schließt sich die Wiederholung der vorherigen Schritte an) und es erfolgt eine Einweisung in die Handhabung des Produktes. Das fertige Produkt wird nun übergeben, eingeführt, verfügbar gemacht und seiner Nutzung im geplanten Kontext zugeführt.

1 http://www.elis-public.de/information/

Die Phase der Verbreitung → Abnahme und Einsatz → Beispielfragen:

Geht die Übernahme bzw. die Einführung des Produktes auf Gender- und Diversity-Aspekte ein, z. B. auf unterschiedliche Bedarfe von Nutzenden und auf unterschiedliche Nutzungskontexte? Berücksichtigen Schulungen die unterschiedlichen Fähigkeiten und die Expertise z. B. von Angestellten? (Reflexionsaspekte: das Menschenbild, der Nutzen und das Wissen)

> Im Projekt „LinDi“ (vgl. 4.3.1) Die Phase der Anstöße → Die Ausschreibung/der Auftrag ging es darum, zu untersuchen, wie große Organisationen die PCs der Angestellten derart auf das Betriebssystem Linux umstellen können, dass die Umstellung für alle Beteiligten erfolgreich verläuft. Für alle Stationen des Migrationsprozesses schlägt die LinDi-Studie[2] vor, die Endanwenderinnen und Endanwender und ihre unterschiedlichen Perspektiven, Fähigkeiten und Kontexte einzubeziehen. Ein frühes Einbeziehen dieser großen Gruppe zahle sich später auch in der Übernahme des Systems aus. LinDi beschreibt den Rollout der Software als einen Prozess, in dem „aktuelle Erfahrungen laufend in den Migrationsprozess“ einfließen und die Migration verbessert und angepasst werden kann (Hecht et al. 2011). Der Migrationsprozess wird also nicht vorrangig vom IT-Support bestimmt, sondern es werden auch die Endnutzenden einbezogen. Auch für den Schulungs- und Informationsbedarf wird ein Ansatz der Vielfalt vorgeschlagen. So gehe es nicht darum, eine Schulung für alle anzubieten, sondern ein möglichst breites Angebot vorzustellen, welches den Angestellten Wahlmöglichkeiten bietet. So heißt es in der Studie: „Wir schlagen vor, unterschiedliche Tiefen bei der Information und Schulung sowie bei Partizipationsmöglichkeiten anzubieten und Kommunikationsstrategien auf die heterogenen Bedarfe der Beschäftigten abzustimmen. Die Kommunikationsmaßnahmen sollten einen angemessenen Grad an Transparenz in Bezug auf das aktuelle Geschehen vermitteln und die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen beim Aufbau und Einsatz der benötigten Kompetenzen unterstützen. Gleichzeitig sollte eine Überforderung vermieden werden. Dies ist z. B. möglich, wenn die Entscheidung für oder gegen eine Beschäftigung mit detaillierteren Informationen den Mitarbeiter/-innen bewusst selbst überlassen wird. Wird eine Vielfalt von Maßnahmen angeboten, mit deren Hilfe sich die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen teilweise aktiv aussuchen können, wie sie die Softwaremigration bewältigen, so liegt für sie darin die Chance, sich und ihre Selbstwahrnehmung zu verändern“ (Hecht et al. 2011, S. 35).

2 http://www.informatik.uni-bremen.de/soteg/data/files/149/lindi_endbericht.pdf

Dokumentation, Wartung und Support

Die Ergebnisse und Lösungswege werden zur späteren Nachvollziehbarkeit dokumentiert, abgelegt und zur Verfügung gestellt. Die Dokumentation verdeutlicht sowohl Forschenden und Entwickelnden als auch Anwendenden und Benutzenden z. B. die Betriebsanforderungen, die Funktionsweise, die Benutzungsrichtlinien, die Verarbeitungsweise, den Output und die Entwicklungsgrundlagen eines Systems. Des Weiteren legt sie beispielsweise den Verlauf des Vorhabens, die Rohdaten von Evaluationen bzw. Testfällen, die Beschreibungen des methodischen Vorgehens usw. dar. Nach der Einführung wird das Produkt durch die Entwicklerinnen und Entwickler oder die Auftraggebenden in Bezug auf die Funktion und Erfüllung der Anforderungen überwacht. Während der Nutzung aufgetretene Fehler werden behoben und die Auftraggeberin oder der Auftraggeber bei Problemen oder Fragen betreut. Während der Nutzung des Produktes können neue Anforderungen entstehen, Probleme ans Licht kommen oder sich äußere Umstände ändern, aufgrund derer Anpassungen vorgenommen werden müssen.

Die Phase der Verbreitung → Dokumentation, Wartung und Support → Beispielfragen:

Für welche Zielgruppe werden Ergebnisse und Lösungswege dokumentiert? Sind diese auch für Laien/Laiinnen zugänglich und verständlich? (Reflexionsaspekte: Sprache und Nutzen)

Beispiel 1:
Eine für ein breites Publikum zugängliche Form der Dokumentation ist beispielsweise die Bedienungsanleitung. Selbst die benutzerfreundlichsten technische Produkte sind nicht in jeder Hinsicht selbsterklärend, so dass Bedienungsanleitungen häufig Anwenderinnen und Anwendern, aber auch Verkäuferinnen und Verkäufern oder sonstigen Interessierten als Mittel dienen, um u. a. den Umgang mit, den Anschluss von und den Funktionsumfang von Produkten zu ergründen. Die Bedienungsanleitung „operiert [dabei] an der Kontaktstelle von Mensch und Maschine“, versperrt vielen Menschen jedoch auch durch unverständliche Fachbegriffe, mehrdeutige Zeichnungen oder auch durch mangelhafte Übersetzungen den ungehinderten Zugang zum technischen Produkt (Meerhoff 2011). Heute sind Bedienungsanleitungen mit sprachlich absurden Übersetzungen eher eine

Seltenheit. Dennoch ist Sprache – besonders in Hinblick auf Gender- und Diversity-Aspekte – bei jeder Art von Anleitung ein wichtiger Faktor. Welche Sprache bzw. Begrifflichkeiten verwendet man? Welches Wissen setzt man bei den Nutzenden voraus? Beim Verfassen einer Bedienungsanleitung ist die Berücksichtigung des Blickwinkels von Nutzenden mit unterschiedlichen technischen Vorkenntnissen grundlegend und setzt eine sorgfältige Auswahl der Begrifflichkeiten voraus. Auch die Länge und Form sind ausschlaggebend, wobei lange, ausführliche Anleitungen erfahrenen Nutzenden tiefe Einblicke in die Möglichkeiten des Produktes gewähren und kurze, leicht verständliche Hinweise einen schnellen und auch für Unerfahrene einfachen Zugang ermöglichen. Aus der Arbeit mit Menschen mit Lernschwierigkeiten heraus ist das Konzept der „Leichten Sprache“ entstanden. Hier wird auf komplizierte Ausdrucksweisen und Fachbegriffe verzichtet. Auch Menschen, die nicht gut Deutsch können oder denen das Lesen schwerfällt, profitieren von Leichter Sprache. Grundprinzipien hiervon ließen sich auch auf Bedienungsanleitungen übertragen[3]. Heute werden Bedienungsanleitungen meist nicht in gedruckter Form mitgeliefert, sondern zunehmend als Datei im Internet oder auf einem Datenträger zur Verfügung gestellt. Wo ist die Anleitung zu finden? Welche Kenntnisse setzt es voraus, die digitale Anleitung aufzurufen? Auch dies kann Nutzenden, die beispielsweise ein geringes technisches Wissen oder keine entsprechenden technischen Mittel zur Verfügung haben, den Zugang versperren. Perspektiven aus dem barrierefreien Webdesign können hier eventuell weitere Ansatzpunkte zu verbesserten Zugängen liefern[4]. Eine unvollständige, fehlerhafte oder unverständliche Gebrauchsanleitung gilt zudem als Sachmangel[5].

Beispiel 2:
Das Projekt „LinDi“ (vgl. 4.3.1.) Die Phase der Anstöße → Die Ausschreibung/der Auftrag zeigt, wie Gender- und Diversity-Aspekte dabei helfen, in großen Organisationen den Übergang von Windows® zum Betriebssystem Linux für alle Beteiligten erfolgreicher zu gestalten. Um ein Weiterarbeiten mit der Software auch nach Beendigung der Migration zu gewährleisten, ist ein Supportsystem vonnöten. Ein Teil der weiter gehenden Unterstützung ist die Bereitstellung von Dokumentationen und anderen Hilfsmaterialien. Auch das LinDi-Projekt weist darauf hin, wie wichtig es ist, diese so zu gestalten, dass sie eine Vielzahl von Angestellten sinnvoll unterstützen können: „Bei der Erstellung und Bereitstellung der Materialien ist darauf zu achten, dass die Diversität der Kompetenzen und Kenntnisstände der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen abgedeckt wird: Es müssen unterschiedliche Zugänge und Detaillierungsebenen vorhanden sein“ (Hecht et al. 2011, S. 49–50). So können Hilfsinformationen über unterschiedliche Medien bereitgestellt werden, als Text formuliert oder als Grafik oder innerhalb eines Films visualisiert werden. Zudem sollten nicht zu viele und zu komplexe Informationen auf einmal präsentiert werden.

3 Für die Grundprinzipien siehe: http://www.leichtesprache.org/.

4 Siehe z. B. die Website der Aktion Mensch: http://www.einfach-fuer-alle.de/.

5 http://www.schweizer.eu/bibliothek/urteile/?id=13356&suchworte=

Reflexionskatalog zur Phase der Verbreitung

Sprache

- Welche Bilder werden im Marketing oder in der Öffentlichkeitsarbeit benutzt?
- Werden unterschiedliche Zielgruppen auch spezifisch angesprochen?
- Wie lassen sich wichtige Ergebnisse aus der Forschung und der Entwicklung auch einem fachfremden Publikum verständlich machen?

Wissen

- Wie viel Unterstützung wird für die Nutzenden vorgesehen?
- Wird spezifische Unterstützung für unterschiedliche Wissenslevel angeboten?
- Werden verschiedene mediale Zugänge zu Materialien angeboten, werden z. B. auch audiovisuelle Hilfen oder interaktive Lösungen bereitgestellt?
- Wie lässt sich das gewonnene Wissen weiterverwenden?
- Ergeben sich durch das Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben neue Fragestellungen oder Ansatzpunkte für die weitere Forschung, auch in Form interdisziplinärer Zusammenarbeit?

Menschenbild/Relevanz

- Für wen werden die Ergebnisse verfügbar gemacht? Wodurch wird bestimmten Leuten Zugang verwehrt?
- Wird die Übernahme oder der Einsatz zielgruppengerecht vorbereitet und begleitet?

- Auf welche Weise lässt sich ein breiteres Publikum erreichen?
- Welche Personen kommen als Multiplikatorinnen und Multiplikatoren für die Ergebnisse der Forschung infrage?
- Welche Aspekte konnten im Vorhaben nicht realisiert werden, erscheinen aber wichtig für zukünftige Arbeiten?

Arbeitskultur

- Wie bettet sich die Abnahme des Produktes oder Verfahrens in den bisherigen Arbeitskontext ein?
- Welche Hilfen gibt es beispielsweise für Personen, die Schulungen oder Workshops durchführen? Wird hier auf Leitfäden für eine gender- und diversitygerechte Durchführung hingewiesen?

Fazit

Das GERD-Modell ist das Ergebnis unserer Bemühungen, zwei unterschiedliche Wissensgebiete – die Gender und Diversity Studies und die Informatik – miteinander zu verknüpfen. Aus der Arbeit im Projekt *InformAttraktiv*, d. h. den Interviews, Gesprächen, Diskussionsrunden und Recherchen, wurde deutlich, dass die Disziplin Informatik nicht nur offen für Aspekte von Vielfalt ist, sondern durch ihre generelle Weltzugewandtheit auch auf neue Methoden und Verfahren zur Integration sozialer Aspekte im technischen Bereich angewiesen ist. Um wirklich anschlussfähig an die Informatikforschung und -entwicklung zu sein, müssen die Gender und Diversity Studies einen Weg finden, ihre Ansätze für die Informatik verständlich und anwendbar zu machen. Aber auch die Informatik muss sich weiter öffnen, besonders wenn es darum geht, soziale Aspekte auch in Kerngebieten der Disziplin zu verorten und sie nicht als bloßen Zusatz zum Technischen zu sehen. Die große Herausforderung besteht dann darin, die Vielfalt der sozialen Welt, die Unterschiedlichkeiten von Lebensrealitäten und Kontexten, aber auch die Vielfalt von Wissen und Modellen in den Abstraktionsprozessen der informatischen Forschung und Entwicklung zu bewahren. Darüber hinaus gilt es – da in jedem Forschungs- und Entwicklungsprozess notwendigerweise Entscheidungen getroffen werden müssen –, diesen Prozess der Lösungsfindung transparenter zu machen. Das GERD-Modell ist ein erster Vorschlag, die Verfahren, Methoden und Ansätze der Informatik und der Gender und Diversity Studies miteinander zu verschalten. Das reichhaltige Wissen und die Methoden und Forschungsansätze, die die Gender und Diversity Studies ausmachen, lassen sich jedoch sicher nicht differenziert in einem solchen Modell abbilden. Das GERD-Modell soll zur Reflexion anregen und die Bedingungen und Annahmen, die Forschungsentsc-

heidungen zugrunde liegen, bewusst machen. Darüber hinaus ist es notwendig, Forschungs- und Entwicklungsteams interdisziplinär zusammenzusetzen. Ein nächster Schritt wäre es nun, die Durchführbarkeit des GERD-Modells zu überprüfen und das Modell zu verfeinern, indem das Vorgehen im Rahmen eines informatischen Forschungs- und Entwicklungsprojektes in allen Phasen angewendet wird. Empfehlenswert wäre es, bereits in der Planungsphase eines solchen Vorhabens Gender- und Diversity-Expertise zu integrieren. Dabei wäre auch zu überprüfen, wie gut sich das Modell auf verschiedene Vorgehensweisen und insbesondere die flexiblen und kurzzyklischen Prozesse der agilen Softwareentwicklung anwenden lässt und welche besonderen Herausforderungen sich möglicherweise dabei ergeben. Zudem ist der Reflexionskatalog in Form von Fragen, die sich an die Kernprozesse anschließen, keineswegs abgeschlossen, sondern bedarf der Erweiterung. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, liegt ein Schwerpunkt der Fragen auf den ersten drei Kernprozessen. Da in diesen Teilen die Grundlage für das Vorhaben gelegt wird, sollten sich die hier angeregten Veränderungen auf den weiteren Projektverlauf auswirken. Allerdings gilt es auch, neue Reflexionsaspekte – gerade für Kernprozesse, wie den der Modell- und Konzeptbildung oder den der Realisierung – zu finden. Dies erfordert die oben angesprochene Überprüfung des GERD-Modells im interdisziplinären Team.

Literatur

Allen, Jamie, Rachel Clarke, Kamila Wajda, und Areti Galani. 2011. „Creative Ecologies in Action: Technology, Creativity and the Artist-led Workshop“. In *Proceedings of ISEA* 2011. Istanbul, Türkei.

Assad, Oliver, Robert Hermann, Damian Lilla, Björn Mellies, Ronald Meyer, Liron Shevach, Sandra Siegel, u. a. 2011. „Motion-Based Games for Parkinson's Disease Patients“. In *Entertainment Computing – ICEC* 2011, herausgegeben von Junia Coutinho Anacleto, Sidney Fels, Nicholas Graham, Bill Kapralos, Magy Saif El-Nasr, und Kevin Stanley, 47–58. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-24500-8_6.

Bath, Corinna . 2007. Discover Gender in Forschung und Technologieentwicklung. In: *Soziale Technik, Nr. 4*, S. 3-5.

Berg, Anne-Jorunn. 1999. „A Gendered Socio-Technical Construction: The smart house“. In *The Social Shaping of Technology*, herausgegeben von Donald MacKenzie und Judy Wajcman, 301–313. Buckingham: Open University Press.

Boehm, Barry W. 1979. „Guidelines for Verifying and Validating Software Requirements and Design Specifications“. In *Proceedings of the European Conference on Applied Information Technology of the International Federation for Information Processing*, 711–719. London, England: North-Holland Publishing Company.

Boehm, Barry W. 1988. „A Spiral Model of Software Development and Enhancement“. *IEEE Computer Society Press 21* (5) (Mai): 61–72. doi:10.1109/2.59.

Bordens, Kenneth, und Bruce Barrington Abbott. 2010. *Research Design and Methods: A Process Approach*. Bd. 8. McGraw-Hill Education.

Bratteteig, Tone, Gro Bjerknes. 1995. „User Participation and Democracy: A Discussion of Scandinavian Research on System Development“. In *Scandinavian Journal of Information Systems*, 1995, 7(1): 73–98.

Braun, Christina von, Inge Stephan (Hrsg.). 2005. Gender@Wissen. *Ein Handbuch der Gender-Theorien*. Böhlau Verlag GmbH.

Braun, Christina von (Hrsg.). 2006. *Gender-Studien. Eine Einführung*. Metlzer.

Bührer, Sabine, Martina Schraudner (Hrsg.). 2006. *„Gender-Aspekte in der Forschung. Wie können Gender-Aspekte in Forschungsvorhaben erkannt und bewertet werden?“* Fraunhofer Institut, Karlsruhe

Butler, Judith. 2004. *Undoing Gender*. Taylor & Francis.

Crotty, Michael. 1998. *The Foundations of Social Research: Meaning and Perspective in the Research Process*. SAGE Publications Ltd.

DeGrace, Peter, und Leslie Hulet Stahl. 1990. *Wicked Problems, Righteous Solutions: A Catalogue of Modern Software Engineering Paradigms*. Yourdon Press Computing Series. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

DFG. 2008. Forschungsorientierte Gleichstellungsstandards der DFG. http://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/grundlagen_dfg_foerderung/chancengleichheit/forschungsorientierte_gleichstellungsstandards.pdf

DIN 69901:2009-01. 2009. „Projektmanagement - Projektmanagementsysteme". *Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen* (NQSZ).

DIN EN ISO 9241-210:2010. 2010. *„Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme"*. International Standardization Organization (ISO). http://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-9241-210/135399380.

Dittert, Nadine, Eva-Sophie Katterfeld, und Milena Reichel. 2012. „TechKreativ: Tangible Interfaces in Lernwelten". In *Be-greifbare Interaktionen - Der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing*, herausgegeben von Bernd Robben und Heidi Schelhowe. Bielefeld: Transcript.

Dittert, Nadine, Kamila Wajda, und Heidi Schelhowe. 2015. *Kreative Zugänge zur Informatik - Praxis und Evaluation von Technologieworkshops für junge Menschen*. Staats- und Universitätsbibliothek Bremen. Open-Access.

Dolan, Robert J., und John M. Matthews. 1993. „Maximizing the utility of customer product testing: Beta test design and management". *Journal of Product Innovation Management 10* (4) (September): 318–330. doi:10.1016/0737-6782(93)90074-Z.

Eckert, Claudia. 2006. *IT-Sicherheit: Konzepte, Verfahren, Protokolle*. 4. Aufl. München: Oldenburg.

Epping, Thomas. 2011. „Grundlagen von Kanban". In *Kanban für die Softwareentwicklung, 23–52*. Informatik im Fokus. Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-22595-6_3.

European Commission. 2003. European Commission Deputy-General for Research, Technology, and Development Vademecum. Enacted March 2003. ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/science-society/docs/gendervademecum.pdf

Fischer-Hübner, Simone, Rüdiger Grimm, Luigi Lo Iacono, Sebastian Möller, Günter Müller, und Melanie Volkamer. 2011. „Gebrauchstaugliche Informationssicherheit". *Die Zeitschrift für Informationssicherheit - Usable Security and Privacy* (April): 14.

Friedrich, Jürgen. 2011. Interview geführt von den Autorinnen. Bremen, 16.05.2011.

Gardenswartz, Lee, Anita Rowe. 1998. *Managing Diversity. A Complete Desk Reference and Planning Guide*. Burr Ridge.

Gaver, Bill, Tony Dunne, und Elena Pacenti. 1999. „Design: Cultural Probes". *interactions 6* (1) (Januar): 21–29. doi:10.1145/291224.291235.

Haines, Victoria, Val Mitchell, Catherine Cooper, und Martin Maguire. 2007. „Probing User Values in the Home Environment Within a Technology Driven Smart Home Project". *Personal Ubiquitous Comput. 11* (5) (Juni): 349–359. doi:10.1007/s00779-006-0075-6.

Höhn, Reinhard, und Stephan Höppner. 2008. Das V-Modell XT. *Grundlagen, Methodik und Anwendungen*. Berlin; Heidelberg: Springer. http://d-nb.info/989133036/34.

Hwang, Amy S., Khai N. Truong, und Alex Mihailidis. 2012. „Using participatory design to determine the needs of informal caregivers for smart home user interfaces". In *2012 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare* (PervasiveHealth), 41–48.

Jacobson, Ivar, Grady Booch, und James Rumbaugh. 1999. *The Unified Software Development Process*. Reading, Mass: Addison-Wesley.

Katterfeldt, Eva-Sophie, Anja Zeising, und Heidi Schelhowe. 2012. „Designing digital media for teen-aged apprentices: a participatory approach". In *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children*, 196–199. IDC '12. New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2307096.2307124. http://doi.acm.org/10.1145/2307096.2307124.

Krieg-Brückner, Bernd, Thomas Röfer, Hui Shi, und Bernd Gersdorf. 2010. „Mobility Assistance in the Bremen Ambient Assisted Living Lab". *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry 23* (2) (Juni 1): 121–130. doi:10.1024/1662-9647/a000009.

Kumbruck, Christel. 2001. „Unsichtbare Arbeit : Umgang mit unsichtbarer Arbeit bei Reorganisationsprozessen aus Sicht eines soziokulturellen Ansatzes". *Journal für Psychologie (9):* 24–38.

Kurbel, Karl, Jörg Becker, Norbert Gronau, Elmar Sinz, und Leena Suhl, Hrsg. 2008. *„Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik: Online Lexikon"* Oldenbourg Wissenschaftsverlag. http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/is-management/Systementwicklung/Hauptaktivitaten-der-Systementwicklung/Anforderungsdefinition.

Kurosu, Masaaki, und Kaori Kashimura. 1995. „Apparent usability vs. inherent usability: experimental analysis on the determinants of the apparent usability". In Conference Companion on Human Factors in Computing Systems, 292–293. CHI '95. New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/223355.223680. http://doi.acm.org/10.1145/223355.223680.

Lazar, Jonathan. 2006. *Web Usability: A User-Centered Design Approach*. Boston: Pearson, Addison Wesley.

McConnell, Steve. 1996. *Rapid Development: Taming Wild Software Schedules.* Redmond, Wash.: Microsoft Press.

Meerhoff, Jasmin. 2011. *Read me!: Eine Kultur- und Mediengeschichte der Bedienungsanleitung.* Bielefeld: transcript.

Nadin, Mihai. 2007. Semiotic Machines. In *The Public Journal of Semiotics* (2007), S. 85–114: http://www.nadin.ws/archives/760‘.

Nake, Frieder. 2001. Das algorithmische Zeichen. In *Kurt Bauknecht u.a. (Hrsg.)*, Informatik 2001. Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung 2001. S. 736–742.

Nett, Edgar. 2013. *Interview geführt von den Autorinnen.* Köln, 12.03.2013

Oliver, Paul. 2010. *Understanding the Research Process.* SAGE.

Opitz, Claudia, Ulrike Weckel, Elke Kleinau (Hrsg.). 2000. Tugend, Vernunft und Gefühl. *Geschlechterdiskurse der Aufklärung und weibliche Lebenswelten.* Waxmann.

Ostendorp, Marie-Christin, Harre, Andreas, Jacob, Sebastian, Müller, Heiko, Heuten, Wilko, und Boll, Susanne. 2013. „Ambient Progress Bar - relaxed and efficient work in waiting periods“. In *Mensch & Computer 2013: Interaktive Vielfalt*, herausgegeben von Susanne Boll, Susanne Maaß, und Rainer Malaka, 221–229. Bremen: München: Oldenbourg Verlag.

Peffers, Ken, Tuure Tuunanen, Charles E. Gengler, Matti Rossi, Wendy Hui, Ville Virtanen, und Johanna Bragge. 2006. „The Design Science Research Process: A Model for Producing and Presenting Information Systems Research“. In *Proceedings of DESRIST* 2006, 83 – 106. Claremont, California.

Pomberger, Gustav, und Günther Blaschek. 1996. *Software-Engineering: Prototyping und objektorientierte Software-Entwicklung.* München; Wien: Hanser.

Rachuy, Carsten, Joachim Clemens, und Kerstin Schill. 2013. „Ubiquitous fall detectionand activity recognition system for bathrooms“. In *Vilamoura*, Portugal.

Rath, Hauke, Sandra Reiniger, und Jürgen Friedrich. 2008. „Wissensmanagement für den Strafvollzug“. In *Bildung & Qualifizierung im Gefängnis – Lösungsbeispiele aus der Praxis –*, herausgegeben von Kai Bammann, Ralf Bührs, Bernd Hansen, und Eduard Matt, 18:13–28. Oldenburg: BIS-Verlag.

Resnick, Mitchel, und Brian Silverman. 2005. „Some reflections on designing construction kits for kids“. In *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children*, 117–122. IDC ’05. New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1109540.1109556. http://doi.acm.org/10.1145/1109540.1109556.

Rödiger, Karl-Heinz. 2011. *Interview geführt von den Autorinnen.* Bremen, 30.05.2011.

Rommes, Els. 2002. Gender Scripts and the Internet - *The Design and Use of Amsterdam‘s Digital City.* Twente University Press.

Rothenberg, Paula (Hrsg.). 2004. *Race, Class, and Gender in the United States.* Palgrave Macmillan.

Royce, W. W. 1987. „Managing the development of large software systems: concepts and techniques“. In *Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering,* 328–338. ICSE ’87. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press. http://dl.acm.org/citation.cfm?id=41765.41801.

Schelhowe, Heidi. 2005. Interaktionen - Gender Studies und die Informatik. In *Heike Kahlert u.a. (Hrsg.), Quer denken - Strukturen verändern.* Gender Studies. VS Verlag.

Schelhowe, Heidi, Maika Büschenfeldt, Isabel Zorn. 2005. „Das Sekretariat-Assistenz-Netzwerk (S-A-N) als Beispiel einer webgestützten Plattform für eine „Community of Practice““. In *Impulse aus der Forschung: 10–13.*

Schiebinger, Londa, Ineke Klinge, Inés Sánchez de Madariaga, Martina Schraudner, Marcia Stefanick, M. (Hrsg.) (2011-2013). *Gendered Innovations in Science, Health & Medicine, Engineering and Environment.* http://ec.europa.eu/research/gendered-innovations/

Schill, Kerstin. 2011. *Interview geführt von den Autorinnen.* Bremen, 05.12.2011

Simonsen, Jesper, Toni Robertson, 2013. Routledge international handbook of participatory design. New York.

Schraudner, Martina, Helga Lukoschat (Hrsg.). 2006. *„Gender als Innovationspotenzial für die Forschung“*, Fraunhofer, München.

Schwaber, Ken. 2004. *Agile Project Management with Scrum.* O’Reilly Media, Inc.

Stephanidis, Constantine. 1995. „Towards user interfaces for all: some critical issues“. In *Advances in Human Factors/Ergonomics,* herausgegeben von Yuichiro Anzai, Katsuhiko Ogawa, und Hirohiko Mori, Volume 20:137–142. Symbiosis of Human and Artifact Future Computing and Design for Human-Computer Interaction Proceedings of the Sixth International Conference on Human-Computer Interaction, (HCI International ’95). Elsevier. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921264706800249.

The Department of Justice. 2003. *„Systems Development Life Cycle Guidance Document“.* http://www.justice.gov/jmd/irm/lifecycle/table.htm.

Wajda, Kamila. 2010. *„The Design of a Low-Cost Construction Kit Fostering Participation and Creative Expression of Youth“.* Masterarbeit, Bremen: Universität Bremen.



Liste der Autorinnen und Autoren

Langbeiträge

Rebecca Apel



ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Lehr- und Forschungsgebiet „Gender und Diversity in den Ingenieurwissenschaften“ der RWTH Aachen. Dort betreut sie gemeinsam mit Tobias Berg das interdisziplinäre Forschungsprojekt IGaDtools4MINT – Integration von Gender und Diversity in MINT-Studiengängen an Hochschulen. Rebecca Apel studierte Kommunikationswissenschaften, Politische Wissenschaft und Psychologie an der RWTH Aachen. Ihre Forschungsschwerpunkte: Angewandte Gender- und Diversity-Forschung in MINT-Fachbereichen, Mentoring sowie Personal- und Organisationsentwicklung.

Tobias von Berg



ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Lehr- und Forschungsgebiet „Gender und Diversity in den Ingenieurwissenschaften“ der RWTH Aachen. Dort betreut er gemeinsam mit Rebecca Apel das interdisziplinäre Forschungsprojekt IGaDtools4MINT – Integration von Gender und Diversity in MINT-Studiengängen an Hochschulen. Des Weiteren arbeitet er im Forschungsprojekt buildING|bridges – *Integration von Gender- und Diversity-Perspektiven in Elektromobilitätsforschung und Lehre* mit. Tobias Berg studierte Anglistische Literaturwissenschaften, Soziologie und Linguistik an der RWTH Aachen. Seine Forschungsschwerpunkte: Angewandte Gender- und Diversity-Forschung in MINT-Fachbereichen, Migrationsforschung und Bildungsforschung.

Claude Draude



ist Kulturwissenschaftlerin und Soziologin und hat in verschiedenen Projekten stets an der Schnittstelle zur Informatik gearbeitet. Zuletzt war sie Mitglied der Arbeitsgruppe Soziotechnische Systemgestaltung & Gender (SoteG) der Universität Bremen. Ihre Forschungsinteressen sind Science and Technology Studies (STS), Mensch-Computer-Interaktion und Künstliche Intelligenz (KI) sowie Wissenschaftsgeschichte und erkenntnistheoretische Grundlagen der Informatik. Sie beschäftigt sich im Besonderen mit der Ko-Konstruktion von Geschlecht, Wissen und Technik, wobei die Analyse sowohl vor dem kulturhistorischen Hintergrund geschieht als auch in Hinblick auf die Möglichkeit künftiger Interventionen.

Stefanie Gerdes



erhielt im Frühjahr 2008 ihr Diplom in Informatik von der Universität Bremen. Bis 2009 arbeitete sie für eine Firma, die eine Suchmaschine für Radio- und Fernsehinhalte entwickelt. Dort war sie für den Empfang und die Verarbeitung von Mediendaten zuständig. Im April 2009 kam sie zurück an die Universität Bremen und begann ihre Arbeit in der Arbeitsgruppe Rechnernetze. Ihr Forschungsschwerpunkt ist Informationssicherheit. Insbesondere interessieren sie die besonderen Herausforderungen für den Schutz von „Smart Objects“ im „Internet of Things“. In diesem Bereich wirkt sie an Standardisierun-gen im Rahmen der Internet Engineering Task Force (IETF) mit.

Monika Götsch, Dr. phil.

studierte Sozialarbeit, Soziologie, Gender Studies sowie Politikwissenschaft und promovierte zum Thema „Sozialisation heteronormativen Wissens“. Sie lehrte und forschte u.a. an der EH Freiburg, am Institut für Informatik und Gesellschaft (DFG-Projekt „Weltbilder in der Informatik“) der Universität Freiburg sowie am Zentrum Gender Studies der Universität Basel. Seit 2013 ist sie Koordinatorin des Promotionskollegs „Leben im transformierten Sozialstaat“ der FH Köln, FH Düsseldorf und Universität Duisburg-Essen und forscht in diesem Rahmen zu „Transgeschlechtlichen Lebensweisen im neoliberalen Sozialstaat“. Ihre Forschungsschwerpunkte sind: Heteronormative Geschlechterverhältnisse, Wissens- und Wissenschaftssoziologie sowie qualitative Sozialforschung.

Hans Dieter Hellige, Prof. Dr.



ist Professor für Technikgestaltung und Technikgenese mit dem Schwerpunkt Informationstechnik im artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit der Universität Bremen; 1977 bis 2008 Lehrtätigkeit in den Studiengängen „Elektrotechnik und Informationstechnik“, „Informatik“, „Medieninformatik“, „Geschichte“; Publikationen zur Geschichte und Bewertung von Einzeltechniken der Telekommunikation und Computerkommunikation, zur Geschichte des Computing und der Informatik, zur Theorie und Methodik der Technikgeneseforschung und Konstruktionslehre sowie zur Energie- und Ressourcen-Geschichte; seit 1993 Sprecher der Fachgruppe Informatik- und Computergeschichte in der Gesellschaft für Informatik.

Thorsten Kluss



forscht in der Disziplin Kognitive Neuroinformatik an der Universität Bremen auf dem Gebiet der Verarbeitung sensorischer Information im menschlichen Gehirn. Dabei steht die Interaktion von Hören und Sehen im Vordergrund. Daneben sind wichtige Forschungsfragen, auf welche Weise die Motorik mit der sensorischen Information verknüpft ist, inwieweit sie ein verbindendes Element zwischen den einzelnen Sinnen darstellt und wie visuelle, auditive und motorische Komponenten gemeinsam die Repräsentation von Raum im menschlichen Gehirn konstituieren. Die Ergebnisse dienen sowohl der Entschlüsselung von Hirnfunktionen als auch der Entwicklung von biologisch inspirierten Algorithmen, die in technischen Systemen Anwendung finden können.

Carmen Leicht-Scholten, Univ.-Prof. Dr. phil.



ist Professorin und Leiterin des Lehr- und Forschungsgebietes Gender und Diversity in den Ingenieurwissenschaften (GDI) an der RWTH Aachen sowie Studiendekanin der Fakultät für Bauingenieurwesen. Nach dem Studium der Politischen Wissenschaften in Heidelberg promovierte sie an der Universität Hamburg zu Verfassungsrecht und Gleichberechtigung. Sie leitete von 2007 bis 2010 die Stabsstelle Integration Team – Human Resources, Gender and Diversity Management (IGaD) an der RWTH Aachen und war von 2010 bis 2011 Gastprofesso-rin an der TU Berlin. Ihre Forschungsschwerpunk-te: Gender und Diversity in der Wissenschafts und Technikforschung sowie anwendungsbezogene Forschungsprojekte an der Schnittstelle von Ingenieur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften.

Susanne Maass, Prof. Dr. rer. nat.



ist Professorin an der Universität Bremen. Sie leitet die Arbeitsgruppe Soziotechnische Systemgestaltung & Gender (SoteG) im Fachbereich Mathematik/Informatik. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Sozialorientierte Technikgestaltung, insbesondere unter Gender- und Diversity-Aspekten, Methoden der Anforderungsanalyse und der partizipativen Softwareentwicklung, Software-ergonomie, Selbstbedienungskonzepte und Kundenorientierung bei der Gestaltung von E-Service-Systemen. In ihren Lehrveranstal-tungen legt sie besonderen Wert darauf, die Studierenden für die enge Verknüpfung von technischen und sozialen Aspekten bei den Tätigkeiten von Informati-kern/Informatikerinnen zu sensibilisieren.

Tanja Paulitz, Prof. Dr. rer. pol.



ist Professorin am Institut für Soziologie der RWTH Aachen. Sie lehrt und forscht aus diskurs- und praxistheoretischer Perspektive in den Bereichen „Geschlechter - forschung", „Wissenschaft- und Technikforschung", „Profe-ssionalisierung" und „Qualitative Methoden der empirischen Sozialforschung". Thematische Kristallisationspunkte bilden aktuell die Genealogie der wissenschaftlich-technischen Moderne, Männlichkeiten und Technik, akademische Wissenskulturen, Netzwerke und Technologien des Selbst. Jüngste Buchpublikation (2012): Mann und Maschine. Eine genealogische Wissenssoziologie des Ingenieurs und der modernen Tecnikwissenschaften, 1850–1930.

Heidi Schelhowe, Prof. Dr.



ist Professorin für Digitale Medien in der Bildung im Fachbereich Informatik an der Uni-versität Bremen, wo sie – nach ihrem Studium der Germanistik und Katholischen Theo-logie in Freiburg – später Informatik studierte und promovierte. Sie war Leiterin des Projekts InformAttraktiv. Mit ihrer Forschungsgruppe an der Universität Bremen entwickelt sie Hardware und Software für Bildungskontexte, gestaltet Lernumgebungen aus pädagogisch-didaktischer Sicht und betreibt empirische Forschung/Evaluation im Bereich „Bildung und Digitale Medien". Ein weiteres Schwerpunktthema ist Medienkompetenz. Seit April 2011 ist sie Konrektorin für Studium und Lehre an der Universität Bremen.

Ulrik Schroeder, Prof. Dr.-Ing.



leitet seit 2002 das Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9 (Learning Technologies) der RWTH Aachen. Aktuelle Forschungsschwerpunkte umfassen Assessment und intelligentes Feedback, Learning Analytics, mobiles und ubiquitäres Lernen sowie die Implementierung und Evaluierung von Lernsystemen auf der Basis innovativer Lerntheorien. Seit 2004 leitet er auch das Center for Innovative Learning Technologies der RWTH Aachen (CiL), das den E-Learning-Service der Hochschule realisiert und das Lehr-/Lernsystem L²P entwickelt und betreibt.

Hendrik Thüs



ist wissenschaftlicher Angestellter an der RWTH Aachen und beschäftigt sich mit kon-textsensitivem E-Learning mittels mobiler Geräte. In seiner Diplomarbeit entwickelte er eine mobile Lernumgebung, die die Kommunikation zwischen Studierenden kontextab-hängig fördert. U. a. arbeitet er aktuell in dem interdisziplinären Forschungsprojekt IGa-Dtools4MINT – Integration von Gender und Diversity in MINT-Studiengängen an Hoch-schulen.

Kamila Wajda



ist Medieninformatikerin und wissenschaftliche Mitarbeiterin in den Arbeitsgruppen Digitale Medien in der Bildung und Soziotechnische Systemgestaltung & Gender (SoteG) im Fachbereich Informatik an der Universität Bremen. Im Projekt *InformAttraktiv* wirkte sie an der Ausformung des Profils *Digitale Medien und Interaktion* mit und evaluierte die für junge Menschen durchgeführten Technologie-Workshops. Ihre Forschungsinteressen liegen im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion, insbesondere der Tangible Interaction, sowie der nutzer- und kontextgerechten Systementwicklung und Evaluation.

Anja Zeising, Dr.



forscht in der Arbeitsgruppe Digitale Medien in der Bildung an der Universität Bremen. Ausgehend von ihrem Studienhintergrund in der Informatik hat sie auf dem Gebiet „Interaction Design and Children“ mit dem Schwerpunkt auf ganzkörperlicher Interaktion promoviert. Ihre Forschung liegt im weiten Feld der Mensch-Computer-Interaktion, insbesondere der Tangible Interaction, der Begreifbaren Interaktion und des Experience Designs, wobei sie dabei partizipative Entwicklungsprozesse und Evaluation interessie-ren. In das Projekt *InformAttraktiv* brachte sie sich als Koordinatorin ein. Des Weiteren beschäftigt sie sich mit dem Thema „Digital Fabrication“, wirkt im Vorstand des Vereins FabLab Bremen e. V. und engagiert sich beim Aufbau und der Etablierung eines FabLabs in Bremen.

Carolin Zschippig



arbeitete nach ihrem Studium zum Bachelor of Science in Mechatronik (TU Hamburg-Harburg) als Technikerin am Friedrich-Wilhelm-Bessel-Institut und dem Bremer Institut für Messtechnik, Automatisierung und Qualitätswissenschaft. 2011 schloss sie ihr Studium zum Master of Science in Systems Engineering an der Universität Bremen ab und ist seitdem wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe Kognitive Neuroinformatik der Universität Bremen. Sie beschäftigt sich mit adaptiven Systemen, die sich in Abhängigkeit von physiologischen Daten an Nutzende anpassen. Ihr besonderes Interesse gilt dabei Anwendungen aus dem Bereich „Ambient Assisted Living (AAL) und Biofeedback“.

Kurzbeiträge

Steffen Bartsch, Dr.

Research Group SecUSo – Security, Usability and Society, TU Darmstadt

Carina Boos

Institut für Wirtschaftsrecht (IWR), Universität Kassel

Dominic Dyck

Institut für Arbeitswissenschaft (IAD), TU Darmstadt

Birgit Henhapl, Dr.

usd AG

Christopher Schwarz

Institut für Psychologie, TU Darmstadt

Heike Theuerling

Institut für Arbeitswissenschaft (IAD), TU Darmstadt

Melanie Volkamer, Prof Dr. rer. nat.

Research Group SecUSo – Security, Usability and Society, TU Darmstadt TU Darmstadt

Rainer Koschke, Prof. Dr. rer. nat.

Arbeitsgruppe Softwaretechnik, Universität Bremen

Ulrik Schroeder, Prof. Dr.-Ing.

Center for Innovative Learning Technologies (CiL), RWTH Aachen

Christian Freksa, Prof. Ph.D.

Arbeitsgruppe Kognitive Systeme (CoSy), Universität Bremen

Phoebe Sengers, Dr.

Culturally Embedded Computing Group, Cornell University

Michael Herczeg, Prof. Dr. rer. nat.

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme (IMIS), Universität Lübeck

Frieder Nake, Prof. Dr.

Kompetenzzentrum digitale kunst (compArt), Universität Bremen
Hochschule für Künste Bremen